เอกสารประกอบการสอน

วิชา การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

รหัสวิชา 3102-2005

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

นายศักดิ์ดา สิมเสมอ

สาขาวิชาเทคนิคการผลิต วิทยาลัยเทคนิคพะเยา

คำนำ

เอกสารประกอบการสอนวิชา ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา 3102 – 2005 เล่มนี้ จัดทำขึ้นจากแรงจูงใจในการต้องการพัฒนาเอกสารประกอบการสอน โดยการเรียบเรียงจากประสบการณ์ของผู้เขียนที่สอนรายวิชานี้มาเป็นเวลานาน จัดทำเป็นรูปเล่มเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนนักศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2557 สาขางานเครื่องมือกล สาขาวิชาเทคนิคการผลิต และสาขาวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้มีขอบเขตมุ่งเน้นให้นักศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ ตลอดจนประยุกต์ใช้ความรู้ทั้งภาคทฤษฎี และปฏิบัติ เกี่ยวกับการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 8 หน่วยการสอน ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ประวัติและการทำงานของ CAD/CAM หน่วยที่ 2 การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม หน่วยที่ 3 การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ หน่วยที่ 4 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ หน่วยที่ 5 ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หน่วยที่ 6 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ หน่วยที่ 7 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ และหน่วยที่ 8 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์แก่นักศึกษาในการศึกษารายวิชา ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมถึงผู้สนใจทั่วไป และหากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับด้วยความยินดียิ่ง และจะนำไปปรับปรุงเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาต่อไป

นายศักดิ์ดา สิมเสมอ
ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	**ก**
สารบัญ	**ข**
สิ่งที่กำหนดให้ในหลักสูตรรายวิชา	**ญ**
การวิเคราะห์หัวข้อหลัก	**ฎ**
การวิเคราะห์หัวข้อย่อย	**ฏ**
หน่วยที่ 1 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 1	**1**
แผนการสอนที่ 1	**2**
แบบทดสอบก่อนเรียน	6
ใบเนื้อหา	7
แบบฝึกหัดท้ายบท	17
ใบงานที่ 1	18
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 1	19
แบบทดสอบหลังเรียน	20
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	21
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	22
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	23
หน่วยที่ 2 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 2	**24**
แผนการสอนที่ 2	**26**
แบบทดสอบก่อนเรียน	30
ใบเนื้อหา	32
แบบฝึกหัดท้ายบท	51
ใบงานที่ 2.1	52
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.1	53
ใบงานที่ 2.2	54
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.2	56
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	57
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	58

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แผนการสอนที่ 3	**60**
ใบเนื้อหา	64
แบบฝึกหัดท้ายบท	74
ใบงานที่ 2.3	75
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.3	77
ใบงานที่ 2.4	78
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.4	80
แบบทดสอบหลังเรียน	81
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	83
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	84
หน่วยที่ 3 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 3	**85**
แผนการสอนที่ 4	**87**
แบบทดสอบก่อนเรียน	91
ใบเนื้อหา	94
แบบฝึกหัดท้ายบท	107
ใบงานที่ 3.1	108
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.1	109
ใบงานที่ 3.2	110
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.2	111
ใบงานที่ 3.3	112
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.3	113
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	114
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	115
แผนการสอนที่ 5	**116**
ใบเนื้อหา	120
แบบฝึกหัดท้ายบท	128

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ใบงานที่ 3.4	129
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.4	130
ใบงานที่ 3.5	131
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.5	132
ใบงานที่ 3.6	133
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.6	134
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	135
แผนการสอนที่ 6	**136**
ใบเนื้อหา	139
แบบฝึกปฏิบัติที่ 3.1	144
แบบฝึกปฏิบัติที่ 3.1	147
แบบฝึกหัดท้ายบท	150
ใบงานที่ 3.7	151
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.7	152
ใบงานที่ 3.8	153
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.8	155
แบบทดสอบหลังเรียน	156
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	159
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	160
หน่วยที่ 4 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 4	**161**
แผนการสอนที่ 7	**163**
แบบทดสอบก่อนเรียน	167
ใบเนื้อหา	169
แบบฝึกปฏิบัติที่ 4.1	177
แบบฝึกหัดท้ายบท	180

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ใบงานที่ 4.1	181
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.1	182
ใบงานที่ 4.2	183
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.2	184
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	185
เฉลยแบบทดสอบก่อนหลังเรียน	186
แผนการสอนที่ 8	**187**
ใบเนื้อหา	191
แบบฝึกปฏิบัติที่ 4.2	198
แบบฝึกหัดท้ายบท	203
ใบงานที่ 4.3	204
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.3	206
ใบงานที่ 4.4	207
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.4	209
แบบทดสอบหลังเรียน	210
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	212
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	213
หน่วยที่ 5 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 5	**214**
แผนการสอนที่ 9	**216**
แบบทดสอบก่อนเรียน	220
ใบเนื้อหา	222
แบบฝึกหัดท้ายบท	236
ใบงานที่ 5	237
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 5	239
ข้อมูลทางเทคนิค	240
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 5	244

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แบบทดสอบหลังเรียน	245
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	247
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	248
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	249
หน่วยที่ 6 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 6	**250**
แผนการสอนที่ 10	**252**
แบบทดสอบก่อนเรียน	256
ใบเนื้อหา	259
แบบฝึกหัดท้ายบท	275
ใบงานที่ 6.1	276
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 6.1.....	278
ข้อมูลทางเทคนิค	280
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.1	284
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	285
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	286
แผนการสอนที่ 11	**287**
ใบเนื้อหา	291
แบบฝึกหัดท้ายบท	299
ใบงานที่ 6.2	300
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 6.2.....	302
ข้อมูลทางเทคนิค	304
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.2	311
ใบงานที่ 6.3	312
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 6.3.....	314
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.3	316
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	317

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แผนการสอนที่ 12	**318**
ใบเนื้อหา	321
แบบฝึกหัดท้ายบท	335
ใบงานที่ 6.4	336
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 6.4.....	338
ข้อมูลทางเทคนิค	340
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.4	346
แบบทดสอบหลังเรียน	347
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	350
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	351
หน่วยที่ 7 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 7	**352**
แผนการสอนที่ 13	**354**
แบบทดสอบก่อนเรียน	358
ใบเนื้อหา	360
แบบฝึกหัดท้ายบท	378
ใบงานที่ 7.1	379
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 7.1.....	381
ข้อมูลทางเทคนิค	382
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.1	383
ใบงานที่ 7.2	384
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 7.2.....	386
ข้อมูลทางเทคนิค	388
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.2	391
แบบทดสอบก่อนเรียน	392
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	393

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
แผนการสอนที่ 14	**394**
ใบเนื้อหา	398
แบบฝึกหัดท้ายบท	411
ใบงานที่ 7.3	412
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 7.3.....	414
ข้อมูลทางเทคนิค	415
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.3	417
ใบงานที่ 7.4	418
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 7.4.....	420
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.4	421
แบบทดสอบหลังเรียน	422
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	424
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน	425
หน่วยที่ 8 โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 8	**426**
แผนการสอนที่ 15	**427**
แบบทดสอบก่อนเรียน	431
ใบเนื้อหา	433
แบบฝึกหัดท้ายบท	442
ใบงานที่ 8.1	443
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 8.1.....	444
ข้อมูลทางเทคนิค	445
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.1	449
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน	450
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท	451

แผนการสอนที่ 16 ..... **452**
ใบเนื้อหา 456
แบบฝึกหัดท้ายบท 462
ใบงานที่ 8.2 463
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 8.2..... 464
ข้อมูลทางเทคนิค 465
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.2 467
ใบงานที่ 8.3 468
ใบเตรียมปฏิบัติงานใบงานที่ 8.3..... 470
ข้อมูลทางเทคนิค 471
แบบประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.3 474
แบบทดสอบหลังเรียน 475
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบท 477
เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน 478

บรรณานุกรม **479**

ภาคผนวก **483**
ก. ข้อแนะนำการใช้สื่อ Power Point ประกอบการสอน 484
ข. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนส่วนบุคคล 485
ค. แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ... 486

สิ่งที่กำหนดให้ในหลักสูตรรายวิชา

3102-2005 ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 - 4 - 3

(Computer Aided Design and Manufacturing)

วิชาบังคับก่อน : 3102-2004 เทคนิคการผลิตด้วยเครื่องมือกลซีเอ็นซี

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจเกี่ยวกับหลักการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ออกแบบและผลิต
2. ใช้โปรแกรมออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงาน 2 มิติ และ 3 มิติ
3. มีเจตคติและกิจนิสัยในการทำงานด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและโครงสร้างโปรแกรม CAD / CAM
2. สร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3 มิติ และสร้างโปรแกรมทางเดินตัด (Tool Path) ด้วยคำสั่งตามลักษณะงานกัดและงานกลึง
3. ตรวจสอบและจำลองการทำงาน (Simulation) งานกัดและงานกลึง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับหลักการทำงานและโครงสร้างโปรแกรม CAD/CAM สร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ และชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่งสร้างวัตถุ ปรับปรุงแก้ไขวัตถุ การรับ-ส่งไฟล์ชิ้นงาน (Import-Export File) สร้างโปรแกรมทางเดินตัด (Tool Path) งานกัด 2 มิติ 3 มิติ ด้วยคำสั่งตามลักษณะงาน Face Contour Drill Pocket สร้างโปรแกรมทางเดินตัด (Tool Path) งานกลึง ด้วยคำสั่งตามลักษณะงาน Face Turning DrillBore Groove Thread สร้างโปรแกรม NC-Code ตรวจสอบและจำลองการทำงาน (Simulation) งานกัดและงานกลึง

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อหลัก

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง	สัปดาห์ที่
1	ประวัติและการทำงานของ CAD/CAM	5	1
2	การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม	10	2-3
3	การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	15	4-6
4	การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ	10	7-8
5	ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	5	10
6	การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	15	11-13
7	การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ	10	14-15
8	การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง	10	16-17
	รวม	**90**	**18**

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์หัวข้อย่อย

แผนการสอนที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียน/หัวข้อการเรียน/งาน	เวลาจัดการเรียน		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม (ช.ม.)
1	**1**	**ประวัติและการทำงานของ CAD/CAM** 1.1 ประวัติความเป็นมา CAD/CAM 1.2 หลักการทำงานของ CAD/CAM 1.3 โครงสร้างของโปรแกรม CAD/CAM 1.4 ส่วนประกอบหน้าจอหลักโปรแกรมมาสเตอร์แคม แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 1 ใบงานที่ 1 การใช้งานคำสั่งหลักโปรแกรมมาสเตอร์แคม	**1**	**4**	**5**
2 3	**2**	**การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม** 2.1 การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม 2.2 การใช้งานคำสั่ง File 2.3 การใช้งานคำสั่ง Analyze แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 2.1 ใบงานที่ 2.1 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1 ใบงานที่ 2.2 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2 2.4 การใช้งานคำสั่ง Xfrom 2.5 การใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 2.2 ใบงานที่ 2.3 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3 ใบงานที่ 2.4 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4	**2**	**8**	**10**
4	**3**	**การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ** 3.1 การเขียนเส้น 3.2 การลบขอบภาพชิ้นงาน 3.3 การบอกขนาดภาพชิ้นงาน แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3.1 ใบงานที่ 3.1 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1	**3**	**12**	**15**

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการสอนที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียน/หัวข้อการเรียน/งาน	เวลาจัดการเรียน		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม (ช.ม.)
5		ใบงานที่ 3.2 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2 ใบงานที่ 3.3 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3 3.4 การเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ 3.5 การเขียนข้อความ แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3.2 ใบงานที่ 3.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4 ใบงานที่ 3.5 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 5 ใบงานที่ 3.6 งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน			
6		3.6 การเขียนภาพพื้นผิว แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3.3 ใบงานที่ 3.7 งานเขียนภาพพื้นผิว 1 ใบงานที่ 3.8 งานเขียนภาพพื้นผิว 2			
7	**4**	**การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ** 4.1 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4.2 การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 4.1 ใบงานที่ 4.1 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1 ใบงานที่ 4.2 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2	**2**	**8**	**10**
8		4.3 การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4.4 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน 4.5 การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ			

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการสอนที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียน/หัวข้อการเรียน/งาน	เวลาจัดการเรียน		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม (ช.ม.)
		แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 4.2 ใบงานที่ 4.3 งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3 ใบงานที่ 4.4 งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4			
9	**5**	**ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์** 5.1 การรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน 5.2 การสร้างภาพชิ้นงาน 5.3 การสร้างชิ้นงาน 5.4 สร้างโปรแกรมทางเดินตัด 5.5 การแปลง NCI File เป็น NC-Code แบบฝึกหัดหน่วยที่ 5 ใบงานที่ 5 งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	**1**	**4**	**5**
10 11	**6**	**การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ** 6.1 การจัดการเครื่องมือตัด 6.2 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป 6.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.1 ใบงานที่ 6.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป ใบงานที่ 6.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 6.4 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 6.5 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.2 ใบงานที่ 6.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด2มิติ	**3**	**12**	**15**

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการสอนที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียน/หัวข้อการเรียน/งาน	เวลาจัดการเรียน		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม (ช.ม.)
12		6.6 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ 6.7 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.3 ใบงานที่ 6.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed			
13 14	**7**	**การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ** 7.1 การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ 7.2 การสร้างก้อนวัตถุ 7.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ แบบฝึกหัดท้ายบทที่ 7.1 ใบงานที่ 7.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1 ใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2 7.4 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ แบบฝึกหัดหน่วยที่ 7.2 ใบงานที่ 7.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินนูน 3 มิติ 1 ใบงานที่ 7.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินนูน 3 มิติ 2	**2**	**8**	**10**
15	**8**	**การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง** 8.1 การสร้างชิ้นงาน 8.2 การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 8.1	**2**	**8**	**10**

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แผนการสอนที่	หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียน/หัวข้อการเรียน/งาน	เวลาจัดการเรียน		
			ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม (ช.ม.)
16		ใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1 ใบงานที่ 8.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2 8.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง แบบฝึกหัดหน่วยที่ 8.2 ใบงานที่ 8.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 3			

โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ หน่วยที่ 2

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม **จำนวน** 10 **ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

<u>ทฤษฎี</u>

1. การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม
2. การใช้งานคำสั่ง File
3. การใช้งานคำสั่ง Analyze
4. การใช้งานคำสั่ง Xfrom
5. การใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting

<u>ปฏิบัติ</u>

การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

รายการสอน	จุดประสงค์การสอน
<u>ทฤษฎี</u> 1. การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม 2. การใช้งานคำสั่ง File 3. การใช้งานคำสั่ง Analyze 4. การใช้งานคำสั่ง Xfrom 5. การใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting **<u>ปฏิบัติ</u>** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	1. บอกการตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้ 2. อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย File ได้ 3. อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย Analyze ได้ 4. อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย Xfrom คัดลอก แก้ไข ปรับปรุงภาพชิ้นงานได้ 5. อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย Auto Cursor Setting ได้ 1. ตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้ 2. ตั้งค่า Auto Cursor Setting ได้ 3. ใช้งานคำสั่ง Xfrom แก้ไขภาพชิ้นงาน 2 มิติได้

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม จำนวน 10 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="3">วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต</td></tr>
<tr><td colspan="2">สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอนหน่วยที่ 2 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 2 เรื่องการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ</td><td>เอกสารอ้างอิง : บรรณานุกรมลำดับที่ 3,11,14</td></tr>
<tr><td colspan="3">การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน / หลังเรียน / แบบฝึกหัดท้ายบท / ใบงาน / แบบประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</td></tr>
</table>

แผนการสอนที่ 2	**หน่วยที่ 2**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 1**
หน่วยที่ 2 ชื่อหน่วย การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม
2. การใช้งานคำสั่ง File
3. การใช้งานคำสั่ง Analyze

สาระสำคัญ

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบสร้างภาพสำหรับงานวิศวกรรมและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการกับกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมาสเตอร์แคม ก่อนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ผู้ใช้ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม การใช้งานคำสั่ง File เป็นการจัดการไฟล์ได้โดยตรง เช่น สามารถสร้าง ย้าย เปลี่ยนชื่อ แก้ไข เก็บบันทึก ลบไฟล์งาน เมื่อเขียนภาพชิ้นงานเสร็จหากต้องการทราบจำนวนเส้น ความยาว องศา พิกัดตำแหน่ง สามารถใช้คำสั่ง Analyze วิเคราะห์ข้อมูลภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตั้งค่า การใช้งานคำสั่ง File การใช้งานคำสั่ง Analyze ของโปรแกรมมาสเตอร์แคม และปฏิบัติการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 บอกการตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้

1.2 อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย File ได้

1.3 อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย Analyze ได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

2.1 ตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้

2.2 ใช้งานคำสั่งย่อย File ได้

2.3 ใช้งานคำสั่งย่อย Analyze ได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อการตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม การใช้งานคำสั่งย่อย File และการใช้งานคำสั่งย่อย Analyze (20 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิดโปรแกรมมาสเตอร์แคม แล้วเขียนภาพชิ้นส่วนเครื่องมือกลให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. เส้นรอบรูปกับเส้นบอกขนาดมีขนาดความหนาต่างกันโดยการตั้งค่าที่ Menu bar ใด

2. การบันทึกงานที่เขียนบันทึกได้กี่แบบ

3. แบบงานที่เขียนผิดสามารถปรับปรุง แก้ไขได้ที่ Menu bar ใด

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 2 เรื่องการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การใช้งานคำสั่งโปรแกรมมาสเตอร์แคม และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 การใช้งานคำสั่งย่อย File

2.3 การใช้งานคำสั่งย่อย Analyze

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 40 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.1 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1 และ ใบงานที่ 2.2 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2 (30 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 2.1 (1 ชั่วโมง) และใบงานที่ 2.2 (1 ชั่วโมง)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (40 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการใช้งานคำสั่งย่อย File คำสั่งย่อย Analyze การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 2.1 และใบงานที่ 2.2 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

1.2 ใบงานที่ 2.1 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1

1.3 ใบงานที่ 2.2 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแบบงานชิ้นส่วนเครื่องมือกล

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม แผ่นที่ 1-27

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.1 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.2 งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
5. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. www.mastercamthaitraining.com/images
2. https://nana-jipata.blogspot.com/2010/11/mastercam-x3.html

กิจกรรมเสนอแนะ

ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาเขียนแบบชิ้นส่วนตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว แล้วทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ที่คำสั่งการตั้งค่า Dimension Text เป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับ

ก. รูปแบบหัวลูกศร ข. ตำแหน่งทศนิยม

ค. ความสูงตัวเลข ง. ความสูงตัวอักษร

2. มุมมองภาพด้านบน (Top) เป็นการเขียนภาพที่ระนาบใด

ก. ระนาบ XZ ข. ระนาบ YZ

ค. ระนาบ XY ง. ระนาบ X Y Z

3. ที่ Menu bar / File หากต้องการเปิดไฟล์งานใหม่ คลิกเลือกที่คำสั่งใด

ก. New ข. File Merge

ค. Open ง. Edit / Open

4. ที่ Menu bar / File ใช้คำสั่งใดในการบันทึกงานบางส่วน

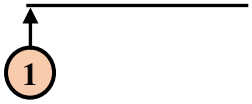
ก. Save ข. Save As

ค. Save Some ง. Save every

5. ที่ Menu bar คำสั่ง Analyze เป็นคำสั่งทำงานเกี่ยวกับ

ก. การเขียนภาพ 2 มิติ ข. การเขียนภาพ 3 มิติ

ค. การวิเคราะห์ภาพ ง. การวิเคราะห์ความยาวเส้น

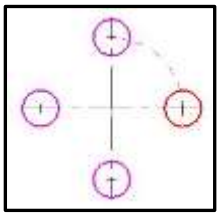
6. 

หากต้องการทราบจุดพิกัดตำแหน่งจุดที่ 1 ดังภาพ ใช้คำสั่งใดในการวิเคราะห์

ก. Entity ข. Properties

ค. Distance ง. Position

7. ต้องการคัดลอกภาพให้หมุนรอบจุดดังภาพใช้คำสั่งย่อยใดของ Xfrom



ก. Rectangular Array ข. Offset

ค. Rotate ง. Mirror

8. การย่อ ขยายภาพด้วยคำสั่ง Xfrom > Scale ถ้ากำหนดค่า Factor > 1 ภาพที่ได้จะมีลักษณะ

ก. มีขนาดเล็กกว่าภาพต้นแบบ ข. มีขนาดเท่ากับภาพต้นแบบ

ค. มีขนาดเป็นรูปวงรี ง. มีขนาดใหญ่กว่าภาพต้นแบบ

จากตัวเลือกที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อ 9 ถึง 10

ก.

ข.

ค.

ง.

9. ต้องการสร้างภาพชิ้นงานที่จุดตัดด้วยฟังก์ชั่น Snap ต้องเลือกตัวเลือกใด

10. ต้องการสร้างภาพชิ้นงานที่จุดปลายเส้นด้วยฟังก์ชั่น Snap ต้องเลือกตัวเลือกใด

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม	**หน่วยที่ 2** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบสร้างภาพสำหรับงานวิศวกรรมและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการกับกระบวนการผลิตผลิตด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมาสเตอร์แคม ก่อนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ผู้ใช้ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการไฟล์ได้โดยตรง เช่น สามารถสร้าง ย้าย เปลี่ยนชื่อ แก้ไข เก็บบันทึก ลบไฟล์งาน เมื่อเขียนภาพชิ้นงานเสร็จหากต้องการทราบจำนวนเส้น ความยาว องศา พิกัดตำแหน่ง สามารถใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้ เพื่อความสะดวก รวดเร็ว ในการคัดลอก แก้ไขภาพชิ้นงานภาพจะใช้คำสั่ง Xfrom ช่วยในการเขียนภาพ คำสั่ง Auto Cursor เป็นการเลือกจุดพิกัดตำแหน่งในการสร้างภาพชิ้นงานที่แม่นยำ

"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการใช้งาน Manu bar นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์" https://www.youtube.com/watch?v=IzJ8UJRLgKw

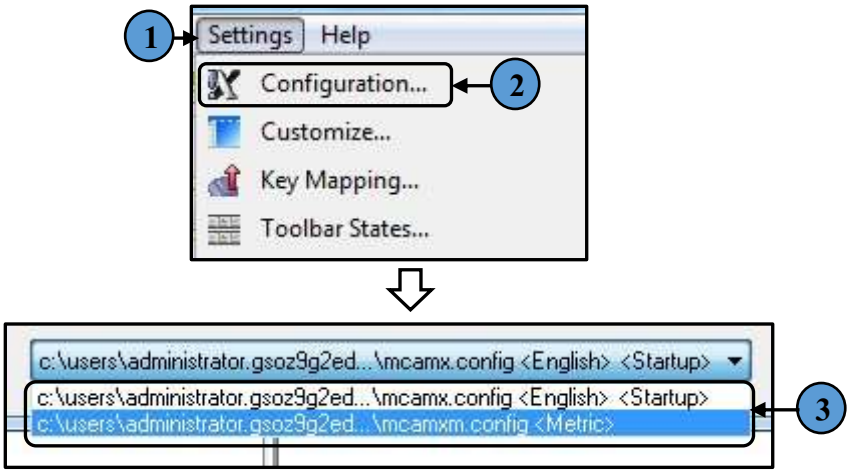
ภาพที่ 2.1 เว็บไซต์แสดงการใช้งาน Manu bar โปรแกรมมาสเตอร์แคม
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=IzJ8UJRLgKw

1. การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

การตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมในหัวข้อนี้เป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ สิ่งแรกที่ผู้เขียนแบบด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ต้องตั้งค่า คือ การเปลี่ยนระบบการวัด หากเริ่มต้นเขียนภาพชิ้นงานด้วยระบบอังกฤษแล้วเปลี่ยนระบบการวัดเป็นระบบเมตริกภายหลังจะทำให้ชิ้นงานมีขนาดใหญ่มาก

1.1 การตั้งค่าหน่วยการวัด

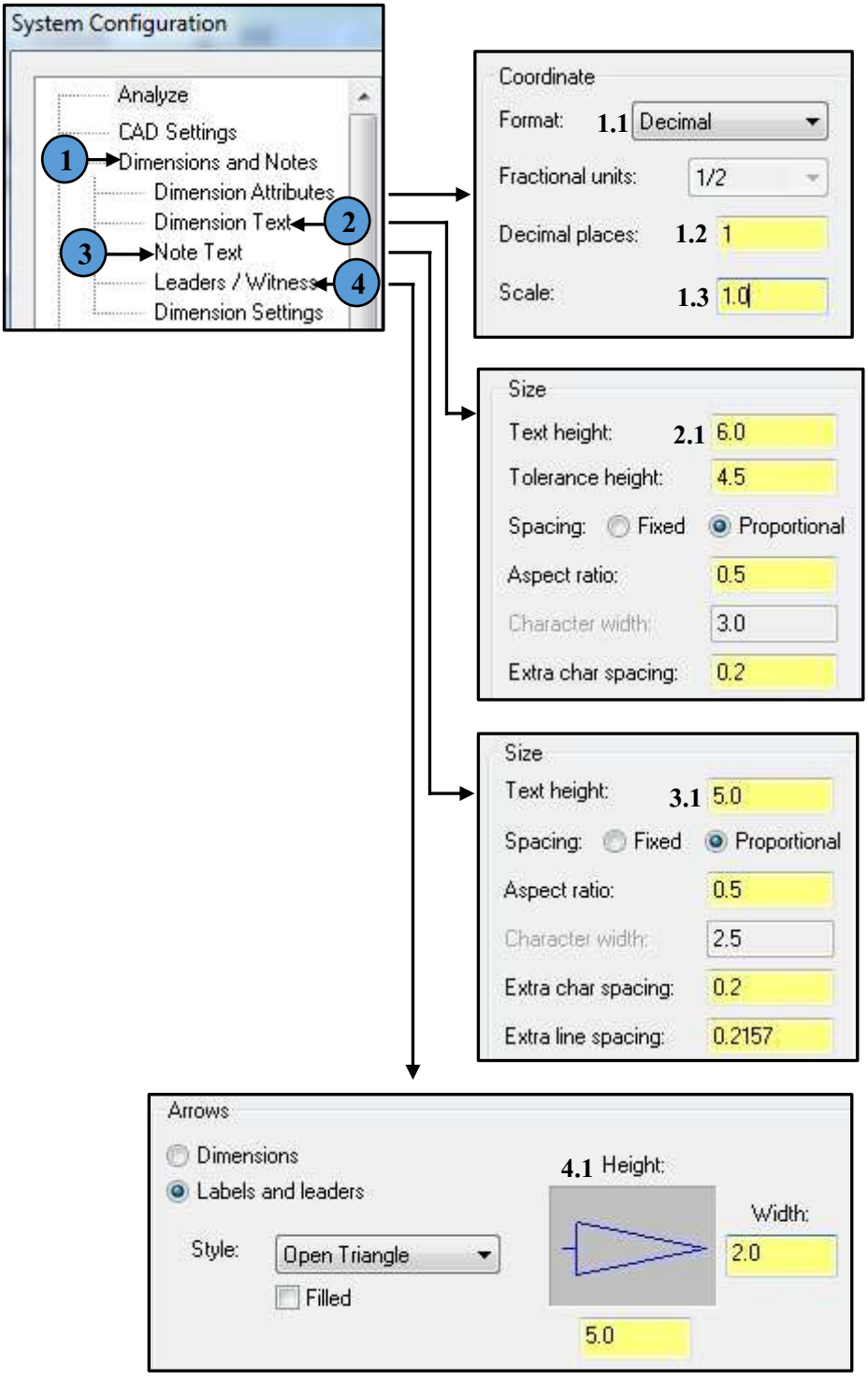
ก่อนการลงมือเขียนแบบภาพชิ้นงานผู้เขียนแบบต้องทำการเปลี่ยนระบบการวัดให้ตรงตามความต้องการของลูกค้า โปรแกรมมาสเตอร์แคมระบบการวัดจะถูกตั้งค่าเริ่มต้นเป็นระบบอังกฤษ (English) หน่วยการวัดเป็น “นิ้ว” ผู้เขียนแบบต้องเปลี่ยนจากระบบอังกฤษให้เป็นระบบเมตริก หน่วยการวัดเป็น “มิลลิเมตร” เนื่องจากหน่วยการบอกขนาดของเครื่องมือตัดในโปรแกรมบอกเป็นมิลลิเมตรหากเขียนแบบเป็นหน่วยนิ้ว จะมีผลทำให้เครื่องมือวัดมีขนาดเล็กมากเมื่อทำการจำลองการทำงานของโปรแกรม (Verify) การเปลี่ยนระบบการวัดทำได้โดยที่ Menu bar คลิก Setting (1) Configuration (2) เปลี่ยนระบบการวัด (3)



ภาพที่ 2.2 แสดงการเปลี่ยนระบบการวัดจากระบบอังกฤษเป็นระบบเมตริก
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.2 การตั้งค่าการบอกขนาด

เป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับการเขียนแบบภาพชิ้นงาน 2 มิติ การบอกขนาดความสูงตัวเลข ตัวอักษร รูปแบบหัวลูกศร การตั้งค่าการบอกขนาดและเส้นบอกขนาด โดยที่ Menu bar > คลิก Settings > Configuration > Dimension and Notes (1) เป็นการบอกขนาดตัวเลขแบบมีจุดทศนิยม (1.1) ระบุตำแหน่งทศนิยม (1.2) การย่อขยายภาพชิ้นงาน (1.3) การกำหนดความสูงตัวเลข (2) กำหนดความสูงตัวเลข (2.1) การกำหนดขนาดตัวอักษร (3) กำหนดความสูงตัวอักษร (3.1) การกำหนดขนาดหัวลูกศร (4) กำหนดขนาดหัวลูกศร (4.1)



ภาพที่ 2.3 แสดงการตั้งค่าความสูงตัวเลข ตัวอักษร และหัวลูกศรการบอกขนาด

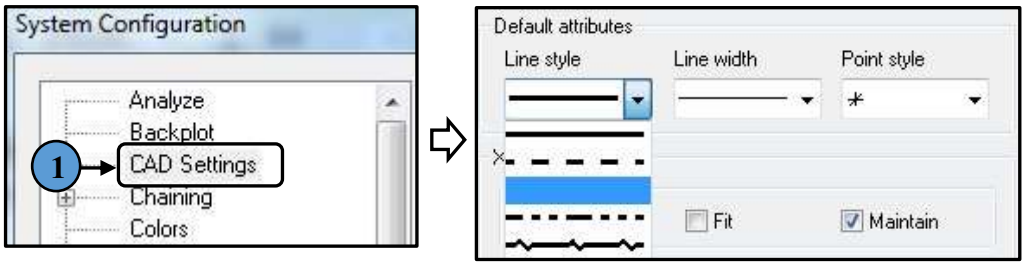
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.3 การตั้งค่าเส้นในการสร้างภาพชิ้นงาน

เป็นการตั้งค่าชนิดเส้นและความหนาของเส้นตามประเภทการใช้งาน การตั้งค่าเส้นในการสร้างภาพชิ้นงาน ทำได้ 2 วิธี คือ

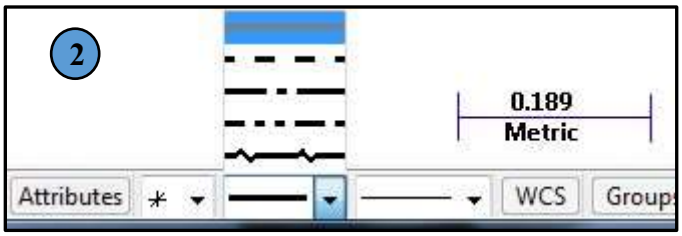
1.3.1 ตั้งค่าที่ Menu bar > Settings > Configuration เลือก CAD Setting (1)

1.3.2 ตั้งค่าที่ Status bar (2)



ภาพที่ 2.4 แสดงการตั้งค่ารูปแบบเส้น ความหนาเส้นที่ Configuration

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

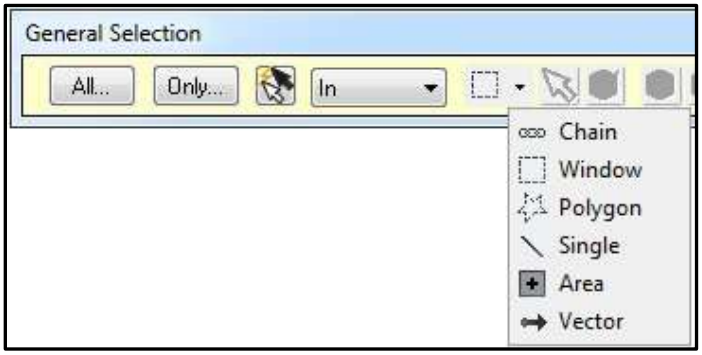


ภาพที่ 2.5 แสดงการตั้งค่ารูปแบบเส้น ความหนาเส้นที่ Status bar

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.4 การเลือกวัตถุ

เป็นการกำหนดวิธีการเลือกวัตถุเพื่อความสะดวกรวดเร็ว หากกำหนดวิธีเลือกวัตถุไว้วิธีหนึ่ง แต่การปฏิบัติใช้ไม่ตรงตามที่กำหนดไว้ จะมีผลทำให้เลือกวัตถุไม่ได้ การกำหนดวิธีเลือกวัตถุกำหนดที่ General Selection ซึ่งมีวิธีการเลือกวัตถุดังนี้



ภาพที่ 2.6 แสดงการตั้งค่าการเลือกวัตถุที่ General Selection

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.4.1 Chain เป็นการเลือกวัตถุแบบต่อเนื่อง

1.4.2 Window เป็นการลากกรอบสี่เหลี่ยมเพื่อเลือกวัตถุ

1.4.3 Polygon เป็นการลากรูปห้าเหลี่ยมเพื่อเลือกวัตถุ

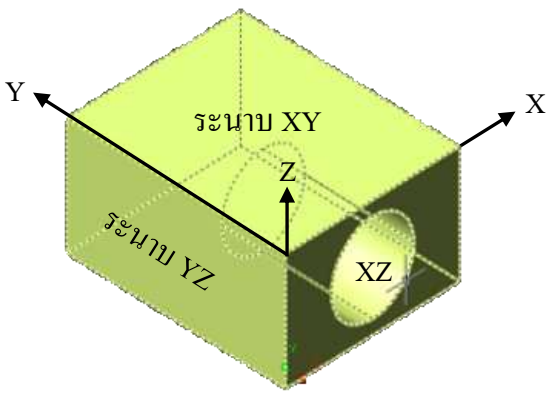
1.4.4 Single เป็นการคลิกเลือกที่วัตถุ

1.4.5 Area เป็นการเลือกวัตถุโดยใช้พื้นที่

1.4.6 Vector เป็นการเลือกวัตถุโดยการลากเส้นให้ผ่านวัตถุที่ต้องการเลือก

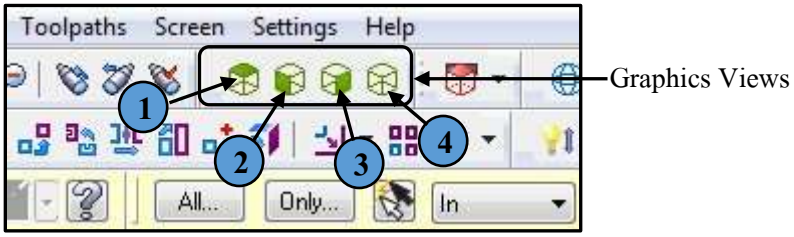
1.5 การปรับเปลี่ยนมุมมอง

การเขียนภาพชิ้นงานหรือการปรับแต่งชิ้นงานจำเป็นต้องเลือกมุมมอง(Graphics Views) ที่ถูกต้อง การปรับเปลี่ยนมุมมองมีผลโดยตรงต่อระนาบการทำงานที่ WCS (World Coordinate System) เปลี่ยนไปด้วย เมื่อต้องการเขียนภาพหรือมองภาพด้านใดสามารถทำได้โดยใช้เมาส์คลิกที่ Graphics Views ตามหลักการฉายภาพมุมที่ 3 (Third angle projection) ประกอบด้วย 3 ด้าน กับ 1 มุมมอง



ภาพที่ 2.7 แสดงระนาบการทำงานจะเปลี่ยนแปลงตามปรับเปลี่ยนมุมมอง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



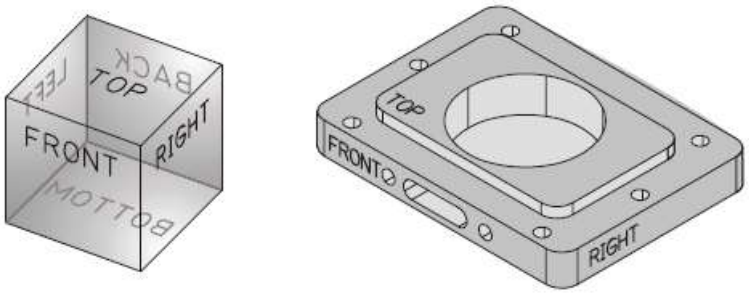
ภาพที่ 2.8 แสดง Tool bar การปรับเปลี่ยนมุมมองที่ Graphics Views
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.5.1 มุมมองภาพด้านบน (1 : Top) เป็นการมองภาพจากด้านบนเห็นภาพเป็น 2 มิติ ระนาบการทำงาน คือ ระนาบ XY

1.5.2 มุมมองภาพด้านหน้า (2 : Front) เป็นส่วนที่มีรายละเอียดของแบบงานมากที่สุด เห็นภาพเป็น 2 มิติ ระนาบการทำงาน คือ ระนาบ XZ

1.5.3 มุมมองภาพด้านข้าง (3 : Right) เป็นการมองภาพทางด้านด้านขวาของภาพด้านหน้า เห็นภาพเป็น 2 มิติ ระนาบการทำงาน คือ ระนาบ YZ

1.5.4 มุมมองภาพ 3 มิติ (4 : Isometric) เป็นมุมมองที่ภาพชิ้นงานมีความเสมือนจริงมากที่สุด การเขียนภาพมีมุมเอียง 30 องศาเท่ากันทั้งสองด้าน ทุกด้านจะมีขนาดเท่าขนาดงานจริง



ภาพที่ 2.9 แสดงชื่อเรียกมุมมองโปรแกรม Master Cam
ที่มา : บริษัท คูลซอฟท์จำกัด, 2552

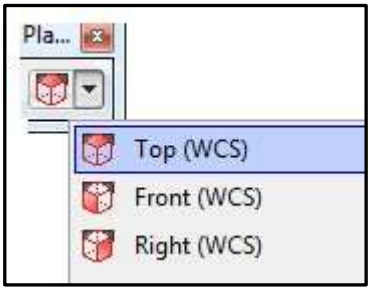
1.6 การย้ายระนาบออกจากจุด Origin

การย้ายระนาบออกจากจุด Origin เป็นการย้าย WCS (World Coordinate System) เพื่อให้ได้ระนาบใหม่ใช้เขียนโครงร่างในการสร้างพื้นผิวการย้ายระนาบมีความสัมพันธ์กับมุมมองการเขียนภาพ ดังนี้

1.6.1 การย้ายระนาบมุมมองภาพด้านบน

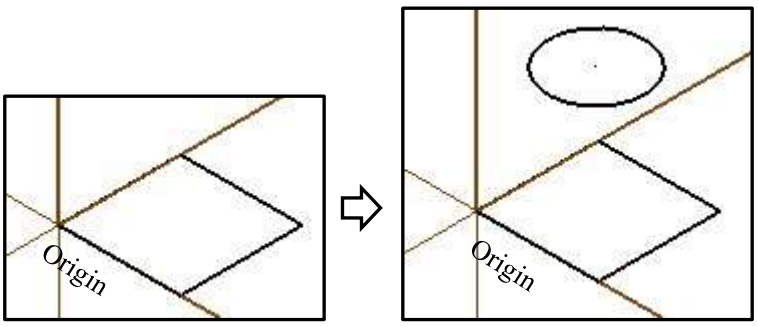
การย้ายระนาบมุมมองภาพด้านบน (Top) มีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกระนาบที่ต้องการย้ายที่ Plan



2) กำหนดระยะที่ต้องการย้ายที่ Status bar

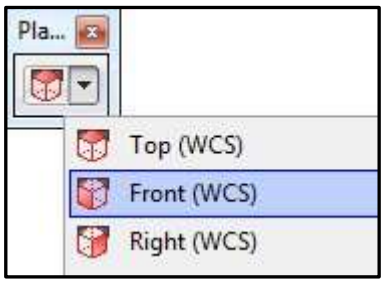
3) คลิกมุมมอง Isometric เขียนเส้นร่างที่ต้องการ



1.6.2 การย้ายระนาบมุมมองภาพด้านหน้า

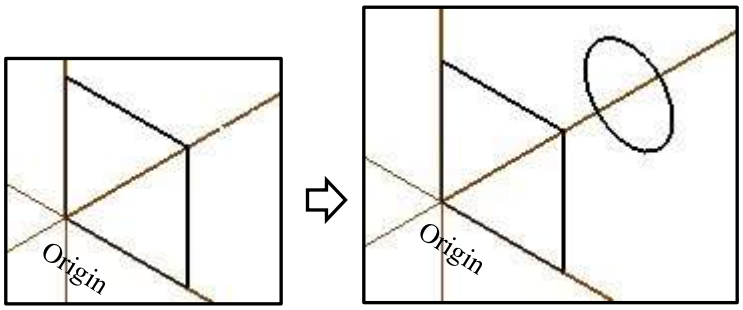
การย้ายระนาบมุมมองภาพด้านหน้า (Front) มีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกระนาบที่ต้องการย้ายที่ Plan



2) กำหนดระยะที่ต้องการย้ายที่ Status bar

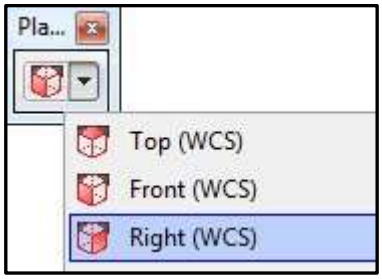
3) คลิกมุมมอง Isometric เขียนเส้นร่างที่ต้องการ



1.6.3 การย้ายระนาบมุมมองภาพด้านข้าง

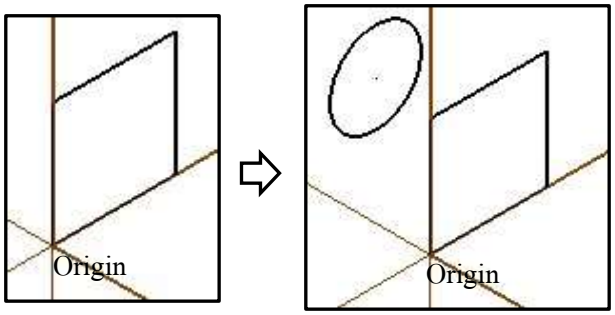
การย้ายระนาบมุมมองภาพด้านข้าง (Right) มีขั้นตอนดังนี้

1) คลิกระนาบที่ต้องการย้ายที่ Plan



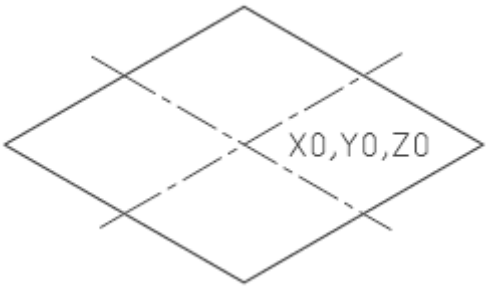
2) กำหนดระยะที่ต้องการย้ายที่ Status bar

3) คลิกมุมมอง Isometric เขียนเส้นร่างที่ต้องการ



1.6.4 การย้ายระนาบและจุดศูนย์งาน (WCS)

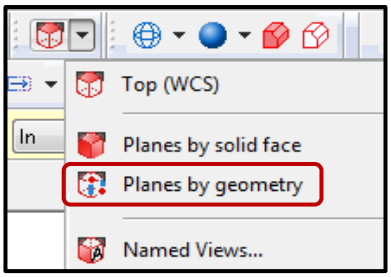
การกัดงานงานต่างระนาบ เช่น ระนาบ X, Y ระนาบ Y, Z ระนาบ ระนาบ X, Z หรือการกัดงาน 2 ด้าน เช่นด้านบนกับด้านล่าง จะต้องทำการพลิกงานโดยการย้ายระนาบและย้ายจุดศูนย์งาน มีขั้นตอนดังนี้



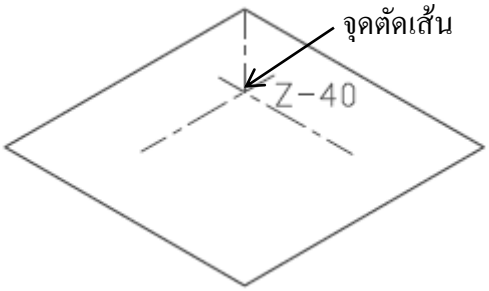
ภาพที่ 2.10 แสดงชิ้นงาน 2 D ที่จุด Origin ระนาบ X,Y

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

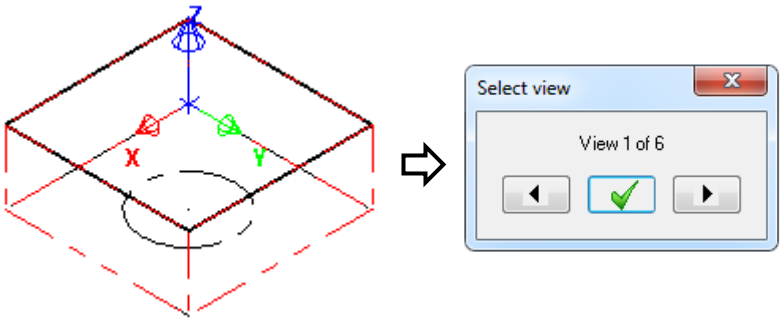
1) ย้ายจุดศูนย์งาน คลิก WCS > คลิก Planes by geometry



2) ระนาบใหม่ที่ระยะ Z-40 โดยการเขียนเส้น 2 เส้นให้เป็นจุดตัด

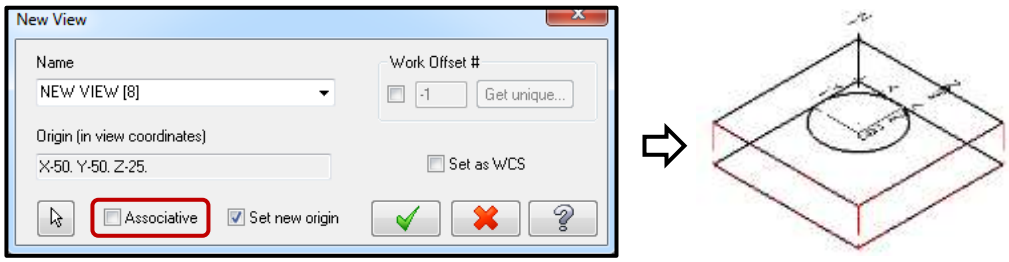


3) คลิกเส้นแกน X และ Y ตามลำดับ ให้แกน Z พุ่งขึ้นทิศทางบวก แล้ว O.K

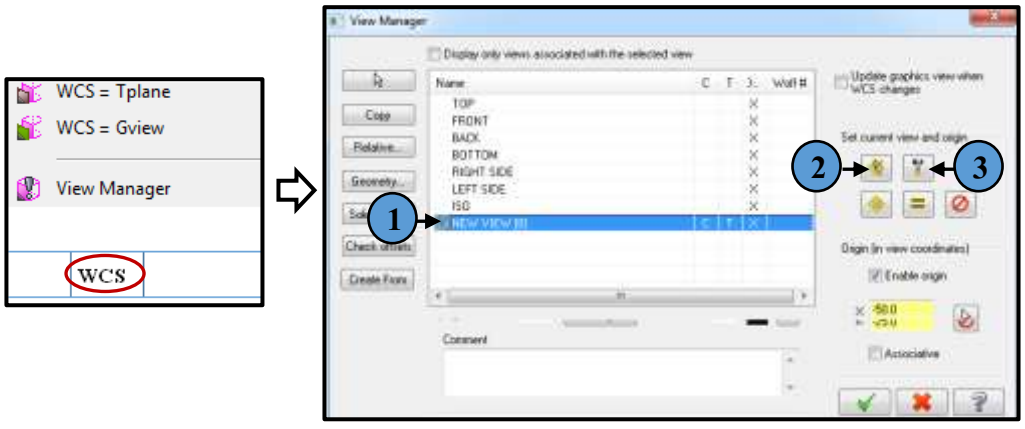


<u>ข้อควรระวัง</u> หากคลิกแนวแกน Y ก่อนแล้วคลิกแนวแกน X จะมีผลทำให้แกน Z พุ่งลงทิศทางลบ

4) คลิกเครื่องหมายถูกออกจาก Associative เพื่อยกเลิกการรวมกันของระนาบที่สร้างขึ้นใหม่ แล้ว O.K



5) จัดการกับระนาบที่สร้างขึ้นมาใหม่ คลิก WCS > View Manager > เลือกระนาบที่สร้างใหม่ (1) > คลิก (2) > คลิก (3) เพื่อย้ายระนาบ (C) และทางเดินกัด (T)ให้มาอยู่ที่ระนาบใหม่ โดยสังเกตจากอักษร C และ T > แล้ว O.K

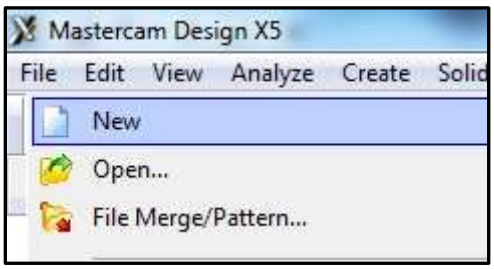


2. การใช้งานคำสั่ง File

ไฟล์เป็นวิธีการที่คอมพิวเตอร์ใช้จัดการดำเนินการต่าง ๆ กับไฟล์เรียกโดยรวมว่า“ระบบไฟล์” คอมพิวเตอร์ส่วนมากมีระบบไฟล์อย่างน้อยหนึ่งระบบ โปรแกรมจัดการไฟล์ เป็นโปรแกรมที่ช่วยให้ผู้ใช้งานจัดการกับไฟล์ได้โดยตรง เช่น สามารถสร้าง ย้าย เปลี่ยนชื่อ แก้ไข เก็บบันทึก ลบไฟล์ และโฟลเดอร์ต่าง ๆ ดังนี้

2.1 การสร้างไฟล์งานใหม่

ที่ Menu bar File เลือก New เป็นคำสั่งที่ใช้สร้างไฟล์ใหม่ขึ้นมาใช้งาน

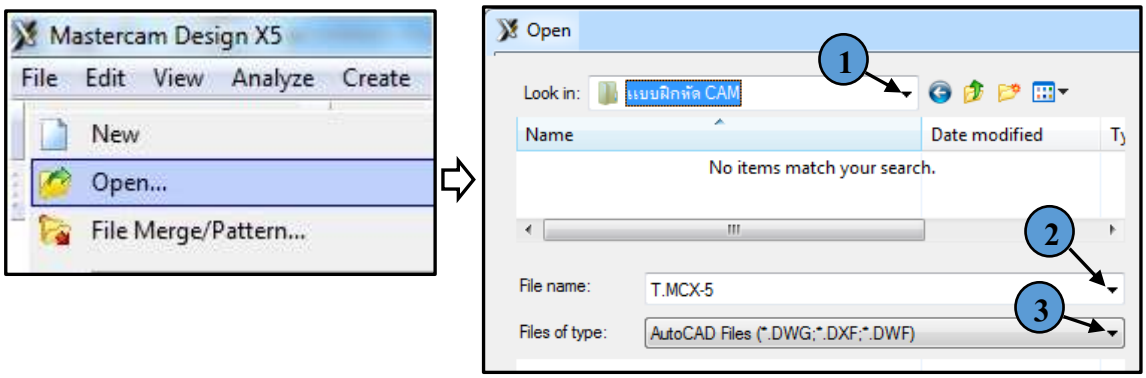


ภาพที่ 2.11 แสดงการสร้างไฟล์งานใหม่ที่ Menu bar File เลือก New

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.2 การเปิดไฟล์งาน

ที่ Menu bar File เลือก Open เป็นการเปิดไฟล์งานที่บันทึกไว้มาใช้งานหรือแก้ไขค้นหาไฟล์งานที่ต้องการเปิดจากโฟลเดอร์ที่จัดเก็บ (1) เลือกชื่อไฟล์ (2) เลือกนามสกุลให้ตรงกับไฟล์ที่ต้องการเปิด (3) เช่น *MCX*, *DWG*, *SLDPRT*

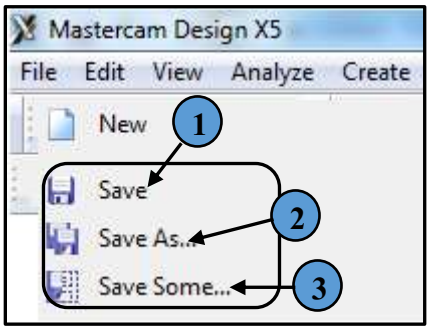


ภาพที่ 2.12 แสดงการเปิดไฟล์งานที่ Menu bar File เลือก Open

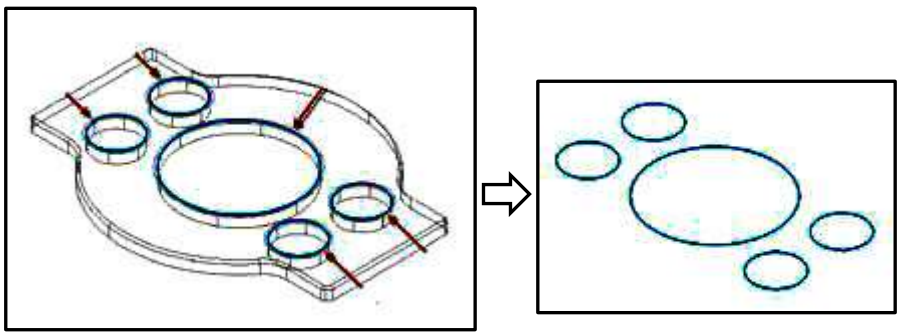
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.3 การบันทึกไฟล์งาน

เป็นการบันทึกไฟล์งานโดยโปรแกรมจะให้ตั้งชื่อไฟล์ในการบันทึกครั้งแรกใช้ Save (1) หากในกรณีเปิดไฟล์งานมาแก้ไขและไม่ต้องการให้การบันทึกไปแทนที่ไฟล์งานเดิมใช้คำสั่ง Save As (2) แล้วตั้งชื่อไฟล์งานใหม่ ไม่ใช้ชื่อซ้ำกับไฟล์งานเดิม การบันทึกบางส่วนของแบบงาน Save Some (3) เลือกเฉพาะส่วนที่ต้องการบันทึก ตั้งชื่อไฟล์งานใหม่แล้วบันทึก



ภาพที่ 2.13 แสดงการบันทึกไฟล์งานที่ Menu bar File เลือก Save
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

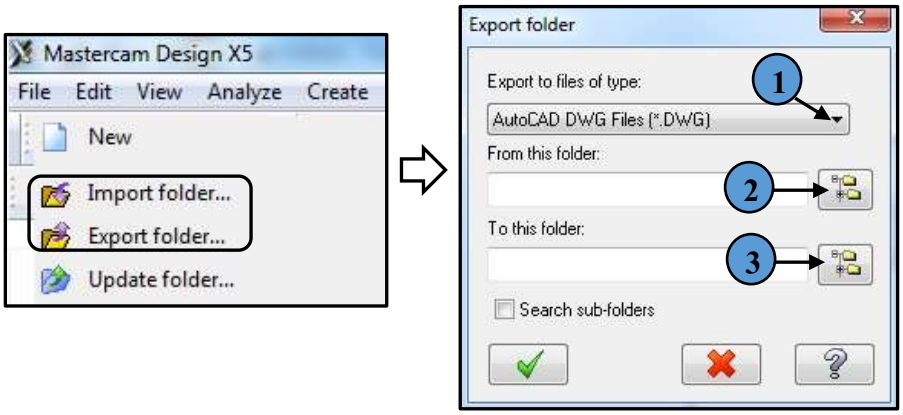


ภาพที่ 2.14 แสดงการบันทึกไฟล์งานบางส่วน Save Some
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.4 การนำเข้าส่งออกไฟล์

การนำเข้าไฟล์ (Import File) ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรมอื่นที่ไม่ใช่โปรแกรมมาสเตอร์แคม เช่น Auto Cad, Solid Works ฯ นำเข้ามาแก้ไขหรือสร้างทางเดินตัดในโปรแกรมมาสเตอร์แคม ส่วนการส่งออกไฟล์ (Export File) เป็นการส่งออกไฟล์งานที่สร้างด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ไปใช้งานในโปรแกรมอื่น ๆ เช่นการนำเข้าไฟล์จาก Auto Cad (1) เลือกชนิดไฟล์ เช่น *DWG* (2) จากโฟลเดอร์ (3) นำมาเปิดหรือส่งออกไปที่โฟลเดอร์

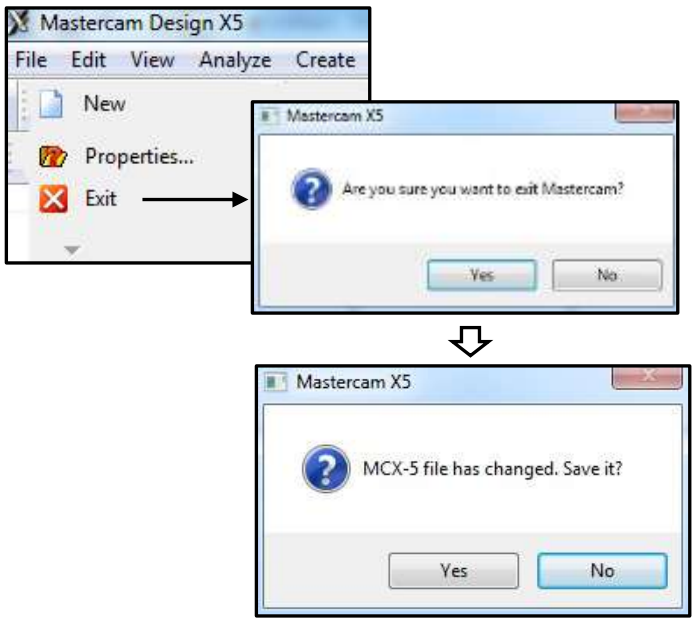


ภาพที่ 2.15 แสดงการนำเข้าส่งออกไฟล์

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.5 ออกจากโปรแกรม

ที่ Menu bar File เลือก Exit เป็นการปิดโปรแกรมมาสเตอร์แคมเพื่อหยุดการทำงาน เมื่อเลือก Exit จะปรากฏกรอบสนทนาถามว่าต้องการออกจากโปรแกรมใช่หรือไม่ หากตอบใช่ (Yes) โปรแกรมจะถามต่อว่าต้องการบันทึกไฟล์งานหรือไม่ ตอบ No เป็นการออกจากโปรแกรม



ภาพที่ 2.16 แสดงขั้นตอนการออกจากโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

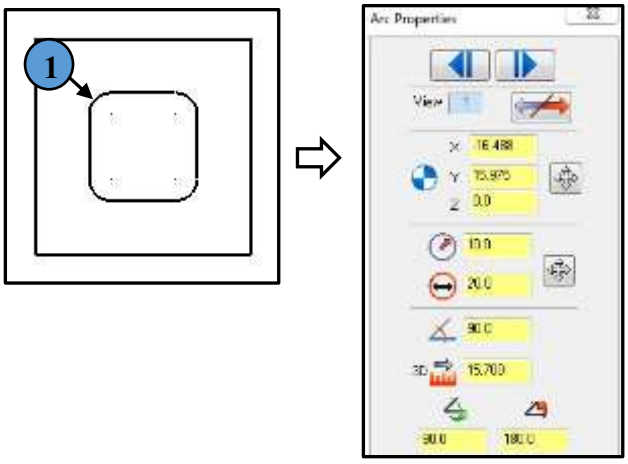
3. การใช้งานคำสั่ง Analyze

เป็นคำสั่งที่ให้แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพิกัดตำแหน่งของเส้น, จุด,ส่วนโค้ง,เส้นโค้ง, พื้นผิว และส่วนต่าง ๆ ของภาพชิ้นงาน โดยคลิกที่ตรงส่วนที่ต้องการจะรู้ข้อมูล ซึ่งข้อมูลต่างๆ จะแสดงออกมาที่บริเวณ Graphic Area คำสั่งย่อยของ Analyze สรุปได้ ดังนี้

ภาพที่ 2.17 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลภาพชิ้นงานที่ Menu bar เลือก Analyze
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.1 Entity Properties

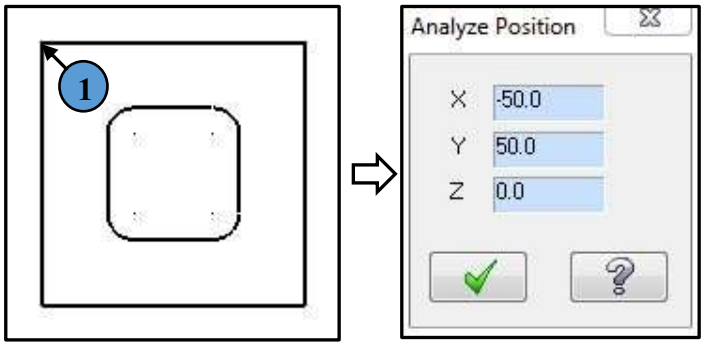
เป็นการวิเคราะห์จุดกำเนิด จุดสิ้นสุด ในแนวแกน X, Y วิเคราะห์องศาและความยาว ส่วนที่ต้องการวิเคราะห์ (1) เช่น ส่วนโค้ง เส้นตรงฯ



ภาพที่ 2.18 แสดงผลการวิเคราะห์ส่วนโค้ง 1
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2 Position

เป็นการวิเคราะห์พิกัดตำแหน่งของจุดโดยคลิกที่จุด (1) ที่ต้องการวิเคราะห์

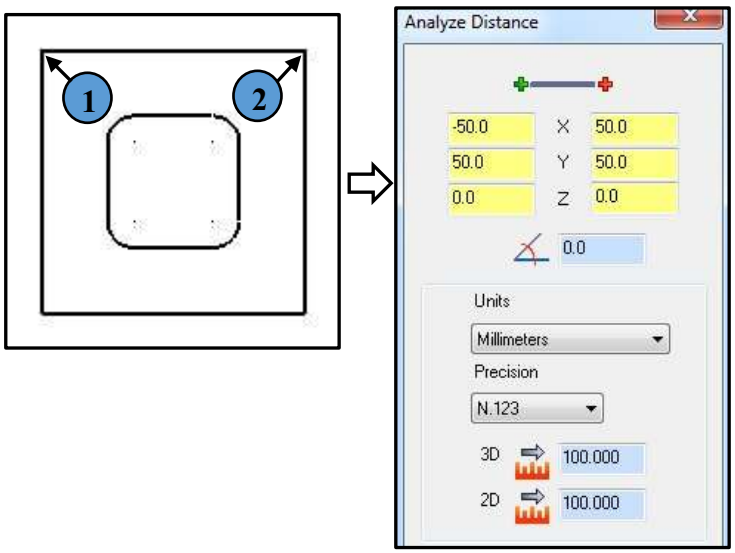


ภาพที่ 2.19 แสดงผลการวิเคราะห์พิกัดตำแหน่งของจุดที่ 1

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.3 Distance

เป็นการวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างจุด 2 จุด ในแนวแกน X, Y โดยคลิกที่จุด (1) และจุด (2) ผลการวิเคราะห์จะได้ระยะห่างและมุม ของจุด 2 จุดที่ทำการวิเคราะห์

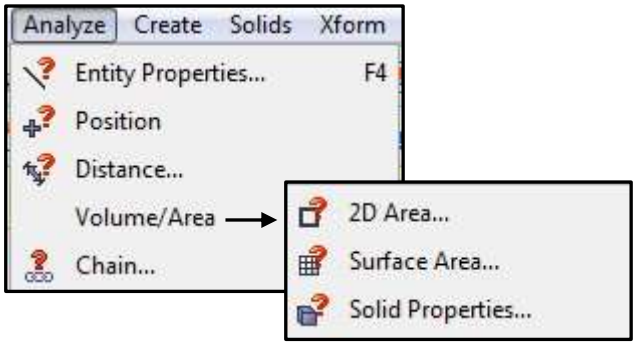


ภาพที่ 2.20 แสดงผลการวิเคราะห์ระยะห่างจุดที่ 1 กับจุดที่ 2

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4 Volume /Area

เป็นคำสั่งที่ให้แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่หรือปริมาตรของภาพชิ้นงาน ที่เลือกทำการวิเคราะห์ได้ 3 แบบ คือ 1. 2 D Area 2. Surface Area และ 3. Solid Properties

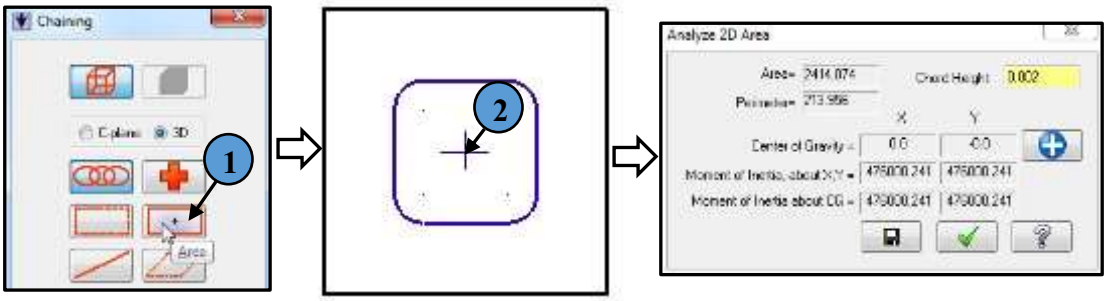


ภาพที่ 2.21 แสดงคำสั่งการวิเคราะห์พื้นที่และปริมาตร

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.1 2D Area

เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ภาพชิ้นงาน 2 มิติ โดยคลิก Area (1) เลือกพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์ (2)

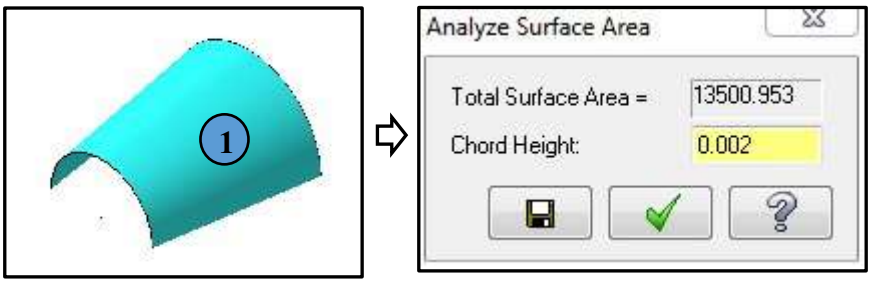


ภาพที่ 2.22 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ภาพชิ้นงาน 2 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.2 Surface Area

เป็นการวิเคราะห์พื้นที่ของพื้นผิว โดยคลิกที่พื้นผิวที่ต้องการวิเคราะห์ (1)

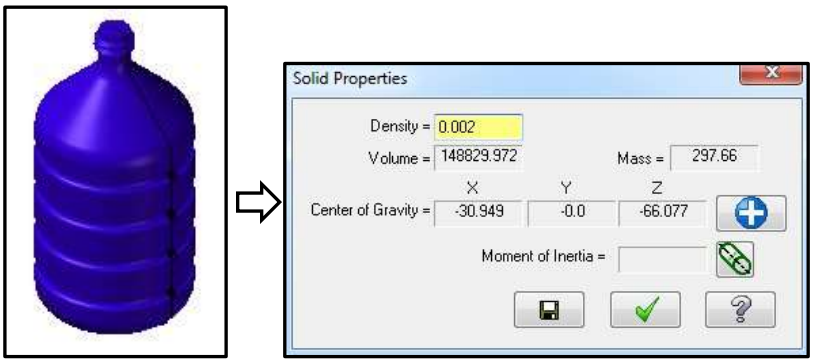


ภาพที่ 2.23 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่ของพื้นผิว

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.3 Solid Properties

เป็นการวิเคราะห์คุณสมบัติของภาพชิ้นงาน 3 มิติ เมื่อสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติแล้วหากต้องการวิเคราะห์ คลิกที่ Solid Properties จะได้ผลการวิเคราะห์ดังภาพที่ 2.23

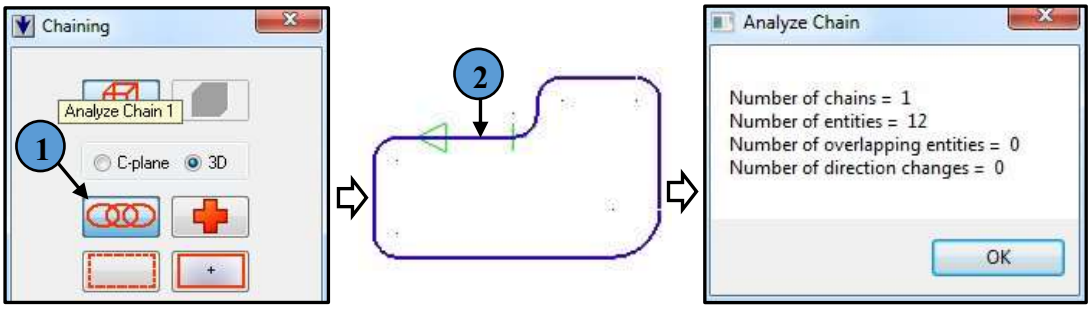


ภาพที่ 2.24 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.4 Chain

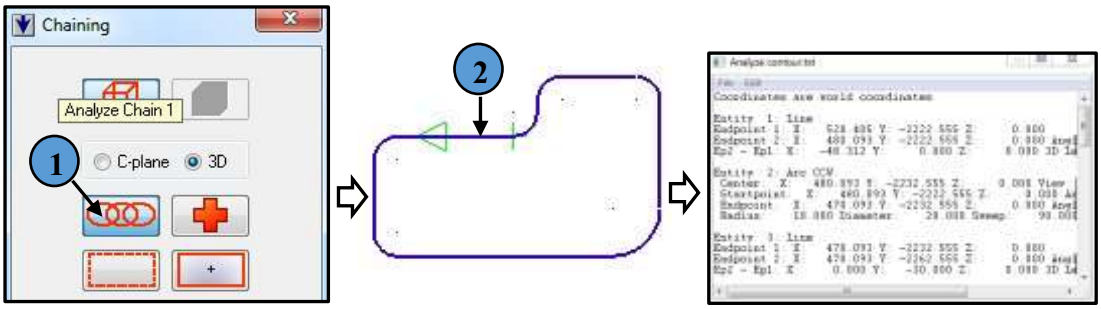
เป็นคำสั่งที่ให้แสดงการวิเคราะห์จำนวนเส้นที่ต่อกันเป็นเส้นต่อเนื่องกัน คลิกเลือก Chain (1) แล้วคลิกส่วนใดส่วนหนึ่งของเส้นต่อเนื่อง (2)



ภาพที่ 2.25 แสดงขั้นตอนและผลการวิเคราะห์เส้นต่อเนื่องด้วยคำสั่ง Chain
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.5 Contour

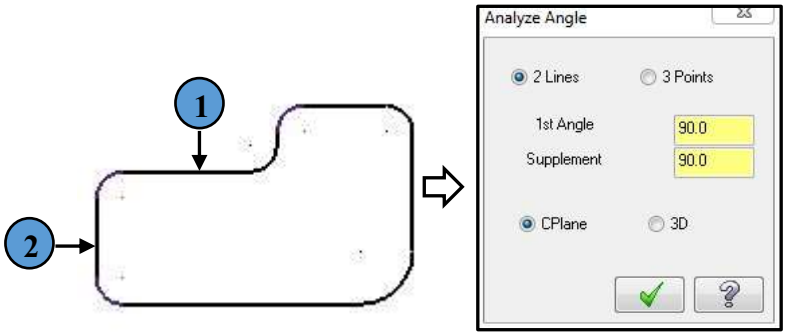
เป็นคำสั่งที่ให้แสดงการวิเคราะห์เส้นที่ต่อกันเป็นเส้นต่อเนื่องขั้นตอนเหมือนกับการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Chain แต่ผลการวิเคราะห์จะแสดงรายละเอียดของเส้นมากกว่าเช่น บอกพิกัดจุดเริ่มต้นของเส้น บอกพิกัดตำแหน่งจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุด และจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง บอกทิศทางส่วนโค้ง บอกมุม บอกความยาวเส้นทั้งหมด วิธีวิเคราะห์โดยคลิกเลือก Chain (1) แล้วคลิกส่วนใดส่วนหนึ่งของเส้นต่อเนื่อง (2)



ภาพที่ 2.26 แสดงขั้นตอนและผลการวิเคราะห์เส้นต่อเนื่องด้วยคำสั่ง Contour
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.6 Angle

เป็นการแสดงการวิเคราะห์มุมของเส้นตรง 2 เส้นที่ตัดกันหรือชนกัน โดยคลิกที่เส้น (1) แล้วคลิกเส้น (2)

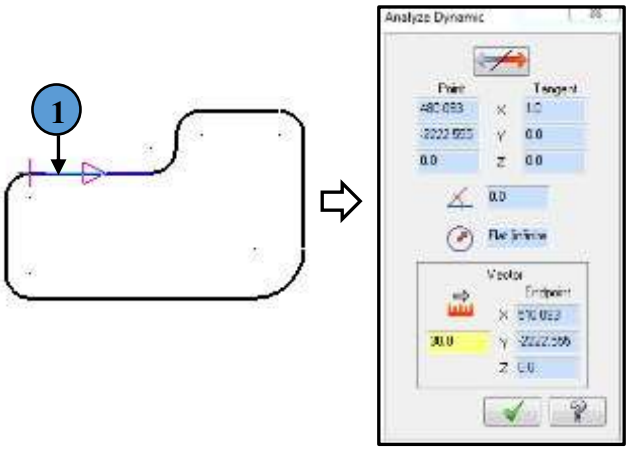


ภาพที่ 2.27 แสดงผลการวิเคราะห์มุมของเส้น 2 เส้น

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.4.7 Dynamic

เป็นการวิเคราะห์พิกัดตำแหน่งปัจจุบันโดยลากลูกศร (1) ไปตามเส้นรอบรูปพิกัดตำแหน่งจะแสดงตำแหน่งปัจจุบันที่ลูกศรอยู่



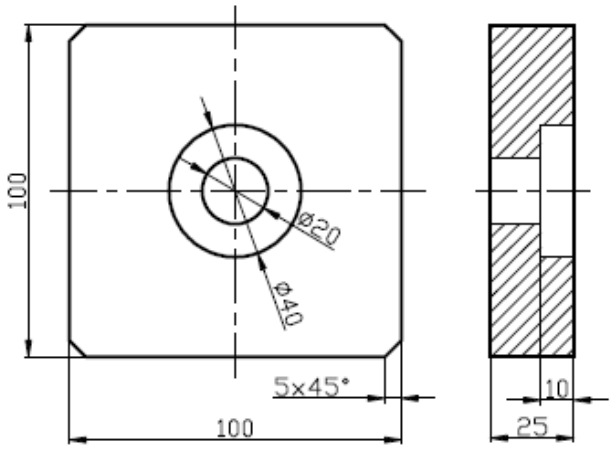
ภาพที่ 2.28 แสดงผลการวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง Dynamic

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

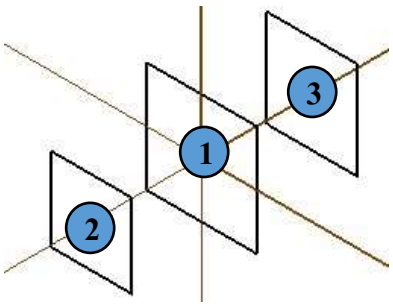
แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 2
เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. การเปลี่ยนระบบการวัดที่ Manu bar เข้าที่……..……(1 คะแนน)
2. การตั้งค่าขนาดตัวเลข ตัวอักษร หัวลูกศรที่ Manu bar > Setting > Configuration และคลิกที่ ……..(1 คะแนน)
3. การเลือกวัตถุด้วยคำสั่ง Chain เป็นการเลือกแบบ……..(1 คะแนน)
4. มุมมองภาพด้านบนการเขียนแบบจะทำงานระนาบใด ……..……(1 คะแนน)
5. จงตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมแล้วเขียนแบบชิ้นงาน 2 มิติ ให้มีขนาดและรูปทรงเหมือนกับภาพที่กำหนดให้ (3 คะแนน)



6. จงตอบคำถามเกี่ยวกับการย้ายระนาบภาพด้านล่างต่อไปนี้ (3 คะแนน)



6.1 สร้างภาพร่าง (1) ที่มุมมองใด …….

6.2 ถ้าภาพร่าง (2) ห่างจากภาพร่าง (1) 50 มม. ที่ Status bar กำหนดระยะเท่าใด ……

6.3 ถ้าภาพร่าง (3) ห่างจากภาพร่าง (1) 50 มม. ที่ Status bar กำหนดระยะเท่าใด ……

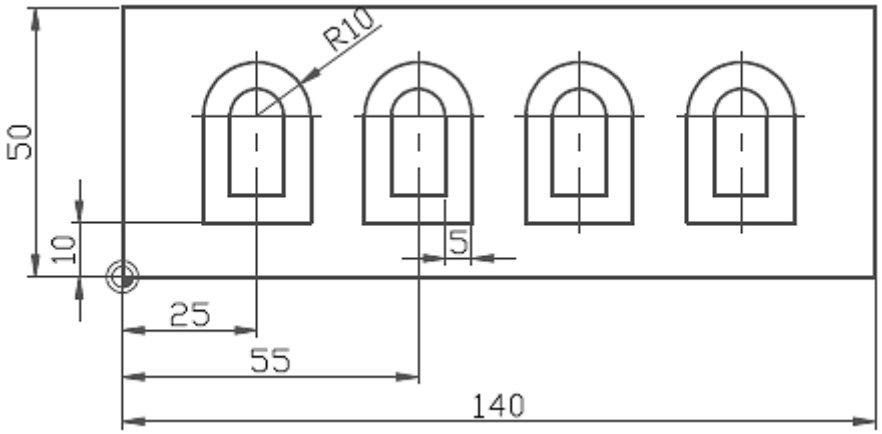
ใบงานที่ 2.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้
2. ตั้งค่า Auto Cursor Setting ได้
3. ใช้งานคำสั่ง Xfrom แก้ไขภาพชิ้นงาน 2 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 50x140
2. ย้ายจุดศูนย์งานเข้าสู่จุด Origin
3. เขียนภาพชิ้นงานต้นแบบ 1 ภาพ
4. ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพชิ้นงานไปด้านแนวแกน X จำนวน 3 ภาพ

ข้อเสนอแนะ

1. ใช้คำสั่ง Configuration ตั้งค่าชนิดเส้นและการบอกขนาด
2. ใช้คำสั่ง Xfrom > Offset, Xfrom > Translate เขียนแบบงานตามแบบที่กำหนด

เวลาในการปฏิบัติงาน : 1 **ชั่วโมง**

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2.1

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ชื่องาน : งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1

หน่วยที่ 2
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชั่วโมง

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 50x140				
2	ย้ายจุดศูนย์งานเข้าสู่จุด Origin				
3	เขียนภาพชิ้นงานต้นแบบ 1 ภาพ				
4	ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพชิ้นงาน				
5	ตั้งค่าเส้นตามใบงาน				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

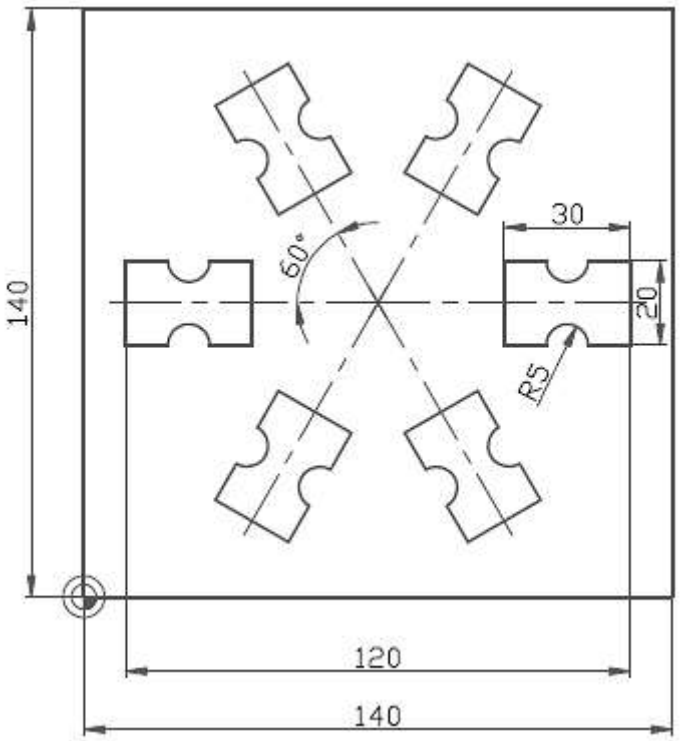
ใบงานที่ 2.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้
2. ตั้งค่า Auto Cursor Setting ได้
3. ใช้งานคำสั่ง Xfrom แก้ไขภาพชิ้นงาน 2 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 140x140
2. ย้ายจุดศูนย์งานเข้าสู่จุด Origin
3. เขียนภาพชิ้นงานต้นแบบ 1 ภาพ
4. ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพชิ้นงานหมุนรอบแกน Z

ข้อเสนอแนะ

1. ใช้คำสั่ง Auto Cursor Setting ช่วยในการสร้างภาพ
2. ใช้คำสั่ง Xfrom > Rotate สร้างภาพชิ้นงานตามแบบ

เวลาในการปฏิบัติงาน : 20 นาที

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2.2 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม **ชื่องาน :** งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2	**หน่วยที่ 2** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 1 ชั่วโมง**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 140x140				
2	ย้ายจุดศูนย์งานเข้าสู่จุด Origin				
3	เขียนภาพชิ้นงานต้นแบบ 1 ภาพ				
4	ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพชิ้นงานหมุนรอบแกน Z				
5	ตั้งค่าเส้นตามใบงาน				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

1. ค
2. ค
3. ก
4. ข
5. ค
6. ง
7. ก
8. ข
9. ง
10. ค

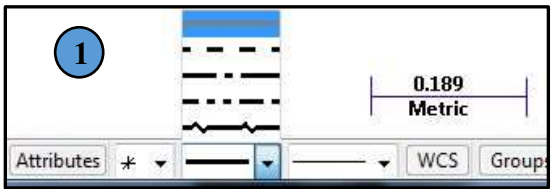
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 2
เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

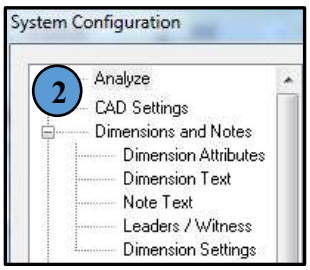
จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. การเปลี่ยนระบบการวัดที่ Manu bar เข้าที่… **Setting / Configuration** ….(1 คะแนน)
2. การตั้งค่าขนาดตัวเลข ตัวอักษร หัวลูกศรที่ Manu bar / Setting / Configuration และคลิกที่ **Dimension and Notes**…..(1 คะแนน)
3. การเลือกวัตถุด้วยคำสั่ง Chain เป็นการเลือกแบบ…**เป็นการเลือกวัตถุแบบต่อเนื่อง**...(1 คะแนน)
4. มุมมองภาพด้านบนการเขียนแบบจะทำงานระนาบใด …**XY**…(1 คะแนน)
5. จงบอกการตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมแล้วเขียนแบบชิ้นงาน 2 มิติ ให้มีขนาดและรูปทรงเหมือนกับภาพที่กำหนดให้ (3 คะแนน)

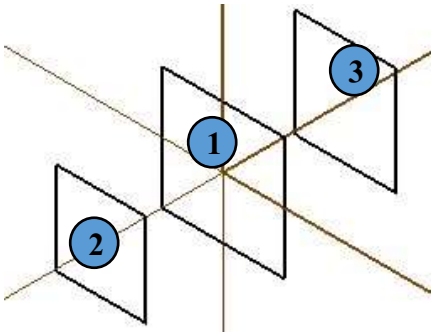
   ตอบ 1. ตั้งค่ารูปแบบเส้น ความหนาเส้นที่ Status bar

      1. ตั้งค่าความสูงตัวเลข ตัวอักษร รูปแบบหัวลูกศรที่ Manu bar / Configuration





6. จงตอบคำถามเกี่ยวกับการย้ายระนาบภาพด้านล่างต่อไปนี้ (3 คะแนน)



6.1 สร้างภาพร่าง (1) ที่มุมมองใด …**Front**……

6.2 ถ้าภาพร่าง (2) ห่างจากภาพร่าง (1) 50 มม. ที่ Status bar กำหนดระยะเท่าใด …**50**…..

6.3 ถ้าภาพร่าง (3) ห่างจากภาพร่าง (1) 50 มม. ที่ Status bar กำหนดระยะเท่าใด …**-50**....

แผนการสอนที่ 3	**หน่วยที่ 2**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 2**
หน่วยที่ 2 ชื่อหน่วย การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การใช้งานคำสั่ง Xfrom
2. การใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting

สาระสำคัญ

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบสร้างภาพสำหรับงานวิศวกรรมและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการกับกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมาสเตอร์แคม ขั้นตอนการออกแบบด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมผู้ใช้ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับคำสั่งช่วยในการออกแบบ เช่น การคัดลอกภาพ การลบภาพ การย้าย การแก้ไขขนาด การบอกขนาดด้วยคำสั่ง Xfrom เพื่อให้การเลือกจุดในการเขียนภาพมีความสะดวกและง่ายในการเลือกผู้เขียนแบบต้องรู้วิธีการตั้งค่าการใช้งาน Auto Cursor Setting

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งานคำสั่ง Xfrom การตั้งค่าการใช้งาน Auto Cursor Setting เพื่อออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยความรับผิดชอบมีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย Xfrom คัดลอก แก้ไข ปรับปรุงแบบงานได้

1.2 อธิบายการใช้งานคำสั่งย่อย Auto Cursor Setting ได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

2.1 ใช้งานคำสั่งย่อย Xfrom ได้

2.3 ใช้งานคำสั่งย่อย Auto Cursor Setting ได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อการใช้งานคำสั่ง Xfrom และการใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting (20 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิดโปรแกรมมาสเตอร์แคม แล้วเขียนภาพชิ้นส่วนเครื่องมือกล ให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. นักศึกษาแก้ไขให้ภาพใหญ่ขึ้น โดยไม่ต้องเขียนใหม่ได้หรือไม่

2. นักศึกษาสังเกตเห็นหรือไม่ว่าผู้สอนใช้คำสั่งใดย้ายจุดออกจาก Origin

3. การคัดลอกภาพทำได้กี่วิธี

4. ให้นักศึกษาทดลองแก้ไขภาพแล้วบันทึกสิ่งที่ทำไม่ได้

ขั้นดำเนินการสอน (60 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 2 เรื่องการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม หัวข้อการใช้งานคำสั่ง Xfrom และการใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การใช้งานคำสั่งโปรแกรมมาสเตอร์แคม และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การใช้งานคำสั่ง Xfrom

2.2 การใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 50 นาที)

ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.3 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3 และ ใบงานที่ 2.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4 (30 นาที)

1. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 2.3 (40 นาที) และใบงานที่ 2.4 (1 ชั่วโมง 30 นาที)

2. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (40 นาที)

3. นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน (10 นาที)

4. นักศึกษาแลกกระดาษคำตอบ ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันเฉลยแบบทดสอบหลังเรียน (20 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการใช้งานคำสั่งย่อย Xfrom คำสั่งย่อย Auto Cursor Setting (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 2.3 และใบงานที่ 2.4 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

1.2 ใบงานที่ 2.3 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3

1.3 ใบงานที่ 2.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแบบงานชิ้นส่วนเครื่องมือกล

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม แผ่นที่ 28-51

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.3 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 2.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4
3. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
4. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. www.mastercamthaitraining.com/images
2. https://nana-jipata.blogspot.com/2010/11/mastercam-x3.html

กิจกรรมเสนอแนะ

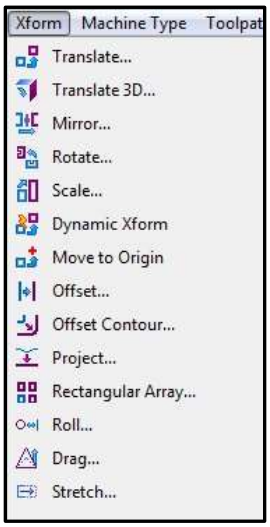
ผู้สอนสุ่มคำสั่งให้นักศึกษาแก้ไขภาพชิ้นงานตามที่ผู้สอนสาธิต

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม	**หน่วยที่ 2** **สอนครั้งที่ 2** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ คือการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการออกแบบสร้างภาพสำหรับงานวิศวกรรมและใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการกับกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปมาสเตอร์แคม ก่อนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ผู้ใช้ต้องเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการไฟล์ได้โดยตรง เช่น สามารถสร้าง ย้าย เปลี่ยนชื่อ แก้ไข เก็บบันทึก ลบไฟล์งาน เมื่อเขียนภาพชิ้นงานเสร็จหากต้องการทราบจำนวนเส้น ความยาว องศา พิกัดตำแหน่ง สามารถใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลภาพชิ้นงานที่สร้างขึ้นได้ เพื่อความสะดวก รวดเร็ว ในการคัดลอกแก้ไขภาพชิ้นงานภาพจะใช้คำสั่ง Xfrom ช่วยในการเขียนภาพ คำสั่ง Auto Cursor เป็นการเลือกจุดพิกัดตำแหน่งในการสร้างภาพชิ้นงานที่แม่นยำ

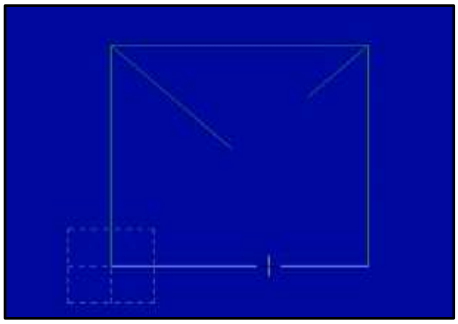
4. การใช้งานคำสั่ง Xfrom

คำสั่ง Xfrom เป็นคำสั่งเกี่ยวกับการคัดลอกภาพชิ้นงานด้วยวิธีการต่าง ๆ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง, การปรับสภาพ และขนาดรูปร่างของภาพชิ้นงาน ดังนี้



ภาพที่ 2.29 แสดงคำสั่งย่อยของ Menu bar คำสั่ง Xfrom

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



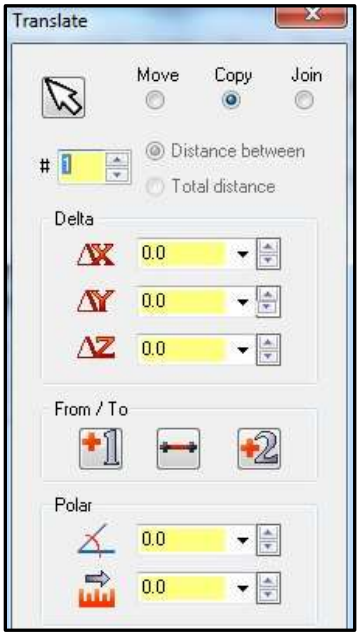
“เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการใช้งานคำสั่ง Xfrom นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์” https://www.youtube.com/watch?v=_jF2L6lAXsc

ภาพที่ 2.30 แสดงการใช้งานคำสั่ง Xfrom

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=_jF2L6lAXsc

4.1 Translate

เป็นคำสั่งการคัดลอกภาพชิ้นงานเพื่อย้ายตำแหน่ง คำสั่ง Translate สามารถคัดลอกภาพชิ้นงานได้ 3 วิธี คือ

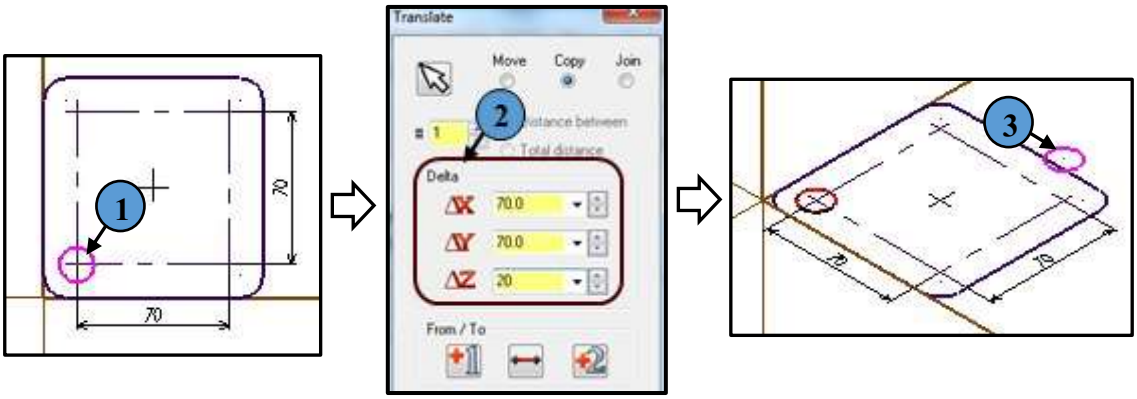


ภาพที่ 2.31 แสดงกรอบสนทนา Xfrom / Translate

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.1.1 Delta

เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานโดยการกำหนดพิกัดตำแหน่งใหม่ตามแนวแกนX,Y, Z ทีละแนวแกนหรือหลายแนวแกนก็ได้ โดยคลิกเลือกภาพชิ้นงานที่ต้องการคัดลอก (1) แล้วกำหนดพิกัดตำแหน่งและแนวแกนที่จะวางในกรอบสนทนา Delta (2) ภาพที่ได้จากการคัดลอก (3)

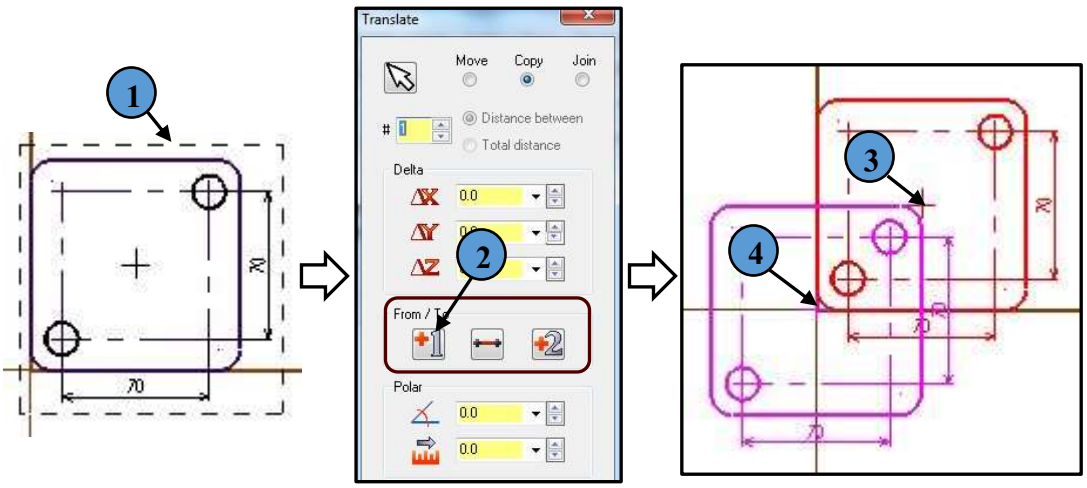


ภาพที่ 2.32 แสดงขั้นตอนการแสดงผลการ Xfrom > Translate > Delta

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.1.2 From > To

เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานโดยไม่กำหนดพิกัดตำแหน่ง แต่ใช้วิธีคลิกเลือกภาพชิ้นงาน (1) คลิก +1 (2) คลิกจุดศูนย์กลางของภาพชิ้นงาน (3) แล้วคลิกวางตำแหน่งใหม่ที่ต้องการ (4)

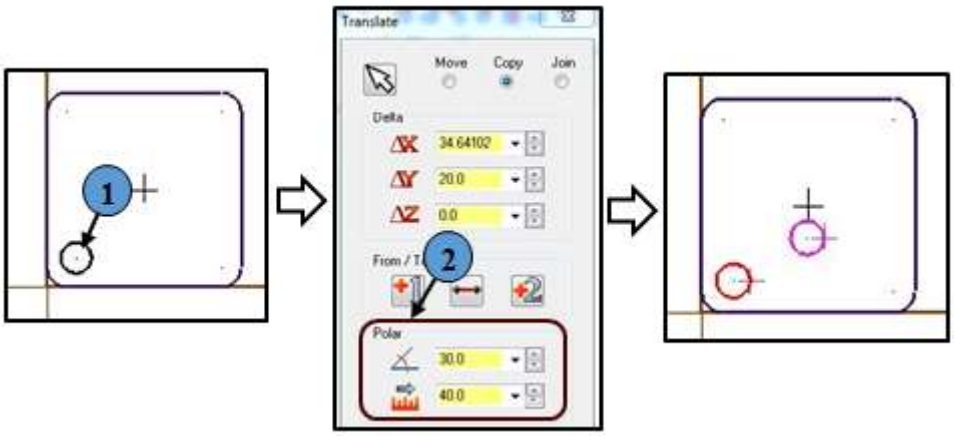


ภาพที่ 2.33 แสดงขั้นตอนการและผลการ Xfrom > Translate > From To

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.1.3 Polar

เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานโดยการกำหนดระยะทางและมุมที่ต้องการวางภาพชิ้นงานใหม่ วิธีปฏิบัติคือ เลือกภาพชิ้นงานที่ต้องการคัดลอก (1) กำหนดระทางและมุม (2)



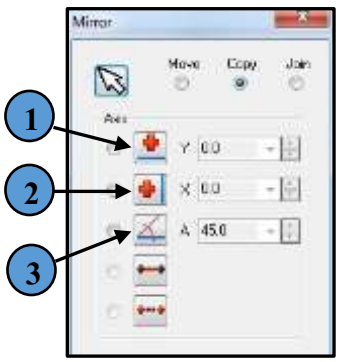
ภาพที่ 2.34 แสดงขั้นตอนการและผลการ Xfrom > Translate > Polar

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.2 Mirror

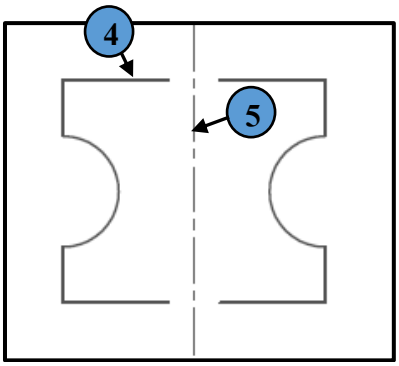
เป็นคำสั่งคัดลอกภาพชิ้นงานลักษณะภาพชิ้นงานเป็นรูปสะท้อนจากรูปที่สร้างขึ้นมาเหมือนกับการส่องกระจก การ Mirror ทำได้ 3 วิธี คือ Mirror ตามแกน X (1) Mirror ตามแกน Y (2) และ Mirror เป็นองศา (3) วิธี Mirror ดังนี้

1. เลือกภาพชิ้นงานที่ต้องการ Mirror (4)
2. เลือกแกนที่ต้องการให้ภาพชิ้นงานสะท้อนไป
3. คลิกเส้นสะท้อน จุดที่ (5)



ภาพที่ 2.35 แสดงกรอบสนทนา Xfrom > Mirror

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



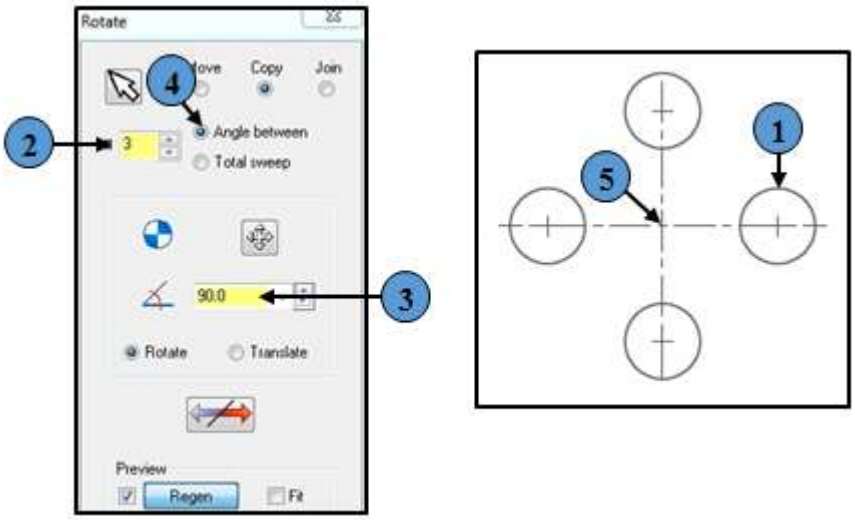
ภาพที่ 2.36 แสดงผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Mirror ตามแนวแกน X

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.3 Rotate

เป็นคำสั่งคัดลอกภาพชิ้นงานให้หมุนรอบตามจุดที่ต้องการ ทำได้ 2 วิธี คือ 1.กำหนดองศาระหว่างภาพชิ้นงานที่คัดลอก (Angle between) 2. กำหนดองศารวมของทุกภาพชิ้นงานที่คัดลอก (Total sweep) วิธี Rotate โดยการกำหนดองศาระหว่างภาพชิ้นงาน ดังนี้

1. เลือกภาพชิ้นงานที่ต้องการคัดลอก (1)
2. กำหนดจำนวนที่ต้องการคัดลอก (2)
3. กำหนดองศา (3)
4. เลือกวิธี Rotate (4)
5. คลิกจุดที่ต้องการให้ภาพชิ้นงานหมุนรอบ (5)



ภาพที่ 2.37 แสดงการใช้งานคำสั่ง Xfrom > Rotate

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

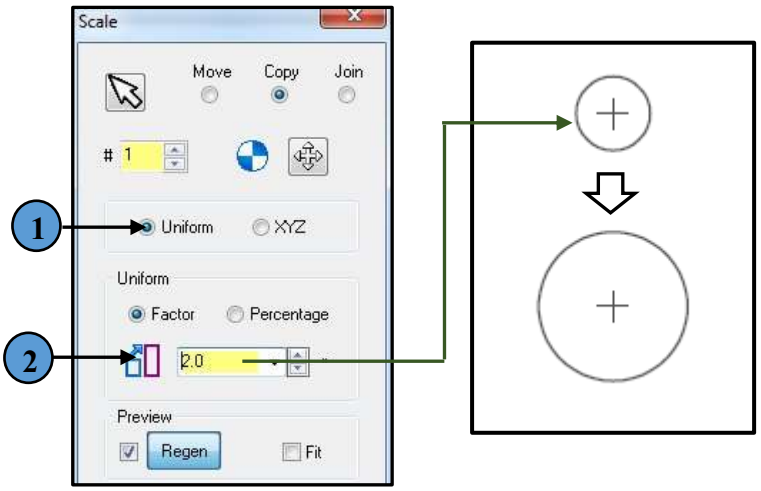
4.4 Scale

เป็นการเพิ่มหรือลดขนาดภาพชิ้นงาน ทำได้ 2 วิธี คือ 1. Uniform Factor 2. ย่อขยายตามแนวแกน X, Y, Z Factor ค่า Factor มีผลกับภาพชิ้นงาน ดังนี้

ค่า Factor > 1 เป็นการขยายภาพชิ้นงาน

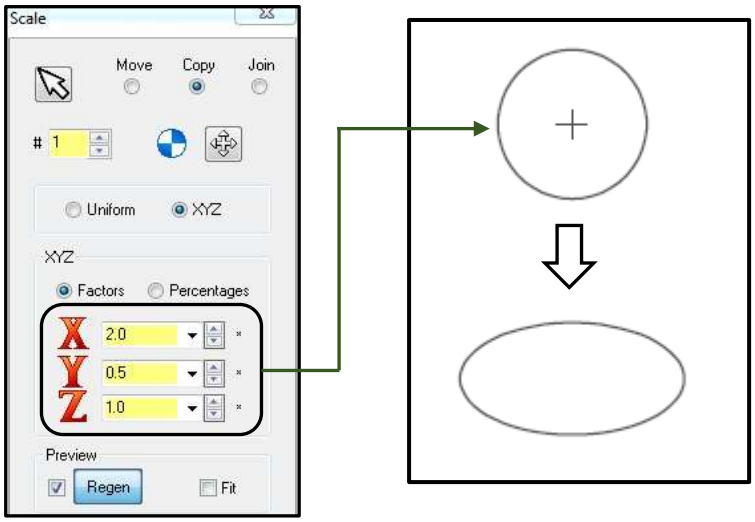
ค่า Factor = 1 ขนาดภาพชิ้นงานไม่เปลี่ยนแปลง

ค่า Factor < 1 เป็นการย่อภาพชิ้นงาน



ภาพที่ 2.38 แสดงกรอบสนทนาและผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Scale Uniform Factor 2

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

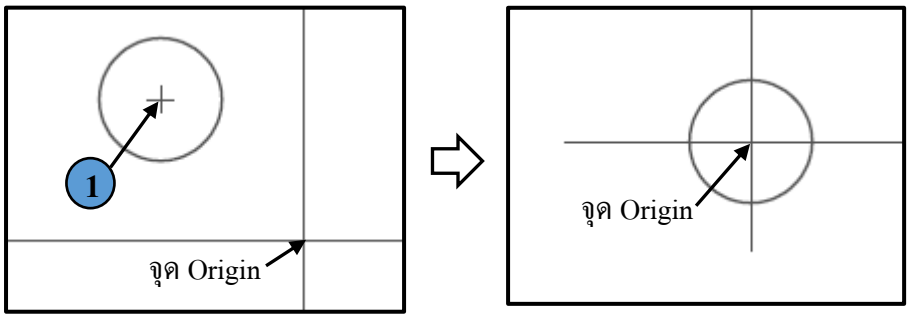


ภาพที่ 2.39 แสดงกรอบสนทนาและผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Scale แกน X ขยาย แกน Y ย่อ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.5 Move to Origin

เป็นการย้ายภาพชิ้นงานเข้าสู่จุด Origin จะต้องเปิดจุด Origin ก่อนโดยการกด Function Key F9 แล้วคลิกที่จุดศูนย์กลางชิ้นงาน (1) ชิ้นงานจะย้ายเข้าสู่จุด Origin

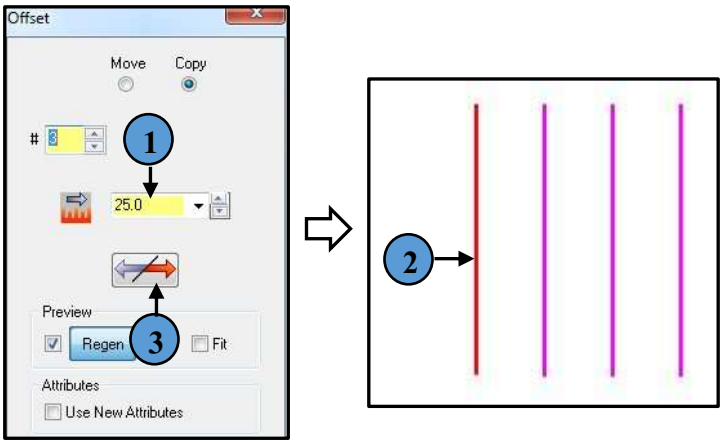


ภาพที่ 2.40 แสดงผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Move to Origin

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.6 Offset

เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานในทิศทางขนานกับภาพชิ้นงานต้นแบบ โดยต้องกำหนดระยะทางการ Offset (1) คลิกภาพชิ้นงานต้นแบบ (2) คลิกเลือกทิศทางการ Offset (3)

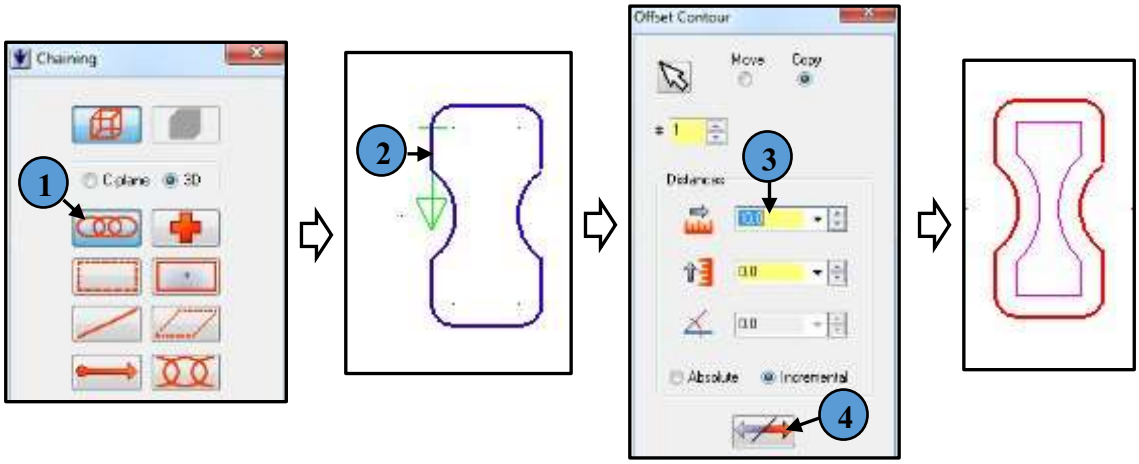


ภาพที่ 2.41 แสดงกรอบสนทนาและผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Offset

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.6 Offset contour

เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานเส้นต่อเนื่อง โดยคลิกเลือก Chain (1) คลิกส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพชิ้นงาน (2) กำหนดระยะทางการ Offset (3) คลิกเลือกทิศทางการ Offset (4)

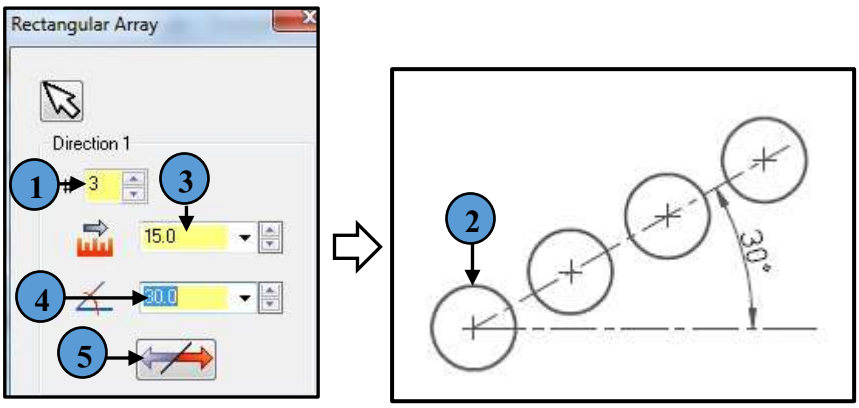


ภาพที่ 2.42 แสดงกรอบสนทนาและผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Offset Contour

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.7 Rectangular Array

เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานจำนวนหลายชิ้น โดยการกำหนดจำนวนภาพชิ้นงานที่ต้องการคัดลอก (1) คลิกภาพชิ้นงานต้นแบบ (2) คลิกเลือกแนวแกนและระยะทางการคัดลอก (3) คัดลอกเป็นมุมกำหนดองศา (4) เลือกทิศทางการคัดลอก (5)

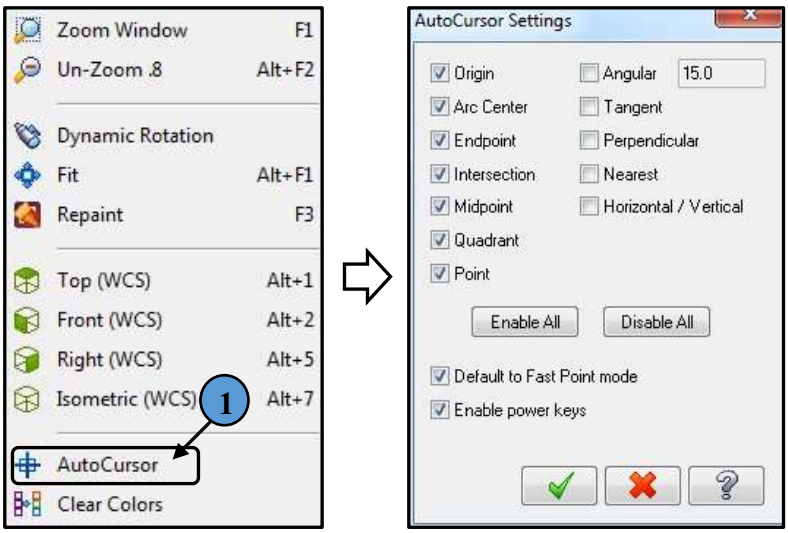


ภาพที่ 2.43 แสดงกรอบสนทนาและผลการใช้คำสั่ง Xfrom > Rectangular Array

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

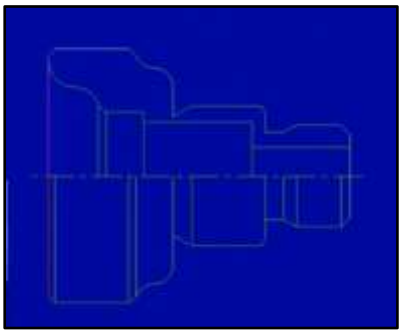
5. การใช้งานคำสั่ง Auto Cursor Setting

คำสั่ง Auto Cursor เป็นการกำหนดพิกัดตำแหน่งจุดในการสร้างภาพชิ้นงานให้สัมผัสกัน โดยเลือกจากฟังก์ชั่น Snap ขั้นตอนการตั้งค่า Snap โดยคลิกขวาที่ Graphic Area คลิกเลือก Auto Cursor (1)



ภาพที่ 2.44 แสดงการตั้งค่า Auto Cursor Setting

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

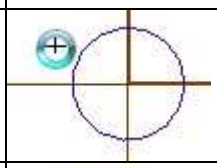
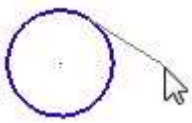
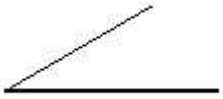
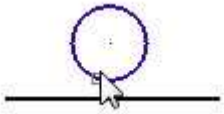
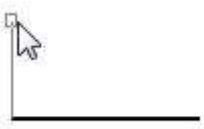


"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการใช้งาน ใช้คำสั่ง Auto Cursor และ Undelete นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์" https://www.youtube.com/watch?v=IzJ8UJRLgKw

ภาพที่ 2.45 แสดงการใช้คำสั่ง Auto Cursor และ Undelete ในโปรแกรม MasterCAM

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=63_fcgto4e0

ตารางที่ 2.1 การใช้งานฟังก์ชั่นต่าง ๆ ของ Snap

Function Snap	การใช้งาน Function Snap
Origin	สร้างภาพชิ้นงานที่จุด X0, Y0, Z0
Arc Center	สร้างภาพชิ้นงานที่จุดศูนย์กลางของวงกลม
End Point	สร้างภาพชิ้นงานที่จุดปลายเส้น
Intersection	สร้างภาพชิ้นงานที่จุดตัด
Midpoint	สร้างภาพชิ้นงานที่กึ่งกลางเส้น
Quadrant	สร้างภาพชิ้นงานจากจุดแบ่งวงกลมออกเป็น 4 ส่วน ที่ 0, 90, 180, 270 องศา
Point	 สร้างภาพชิ้นงานจากจุดใด ๆ บนพื้นที่ Graphic Area
Tengent	 การลากเส้นตรงภาพชิ้นงานให้สัมผัสกับวงกลม
Prependicular	 เขียนเส้นโดยกำหนดพิกัดสิ้นสุดที่แกน X, Y และกำหนดองศา ที่ Ribbon bar (ถ้ามี)
Nearest	 เขียนเส้นที่จุดที่ใกล้ที่สุด
Horizontal/ Vertical	 เขียนเส้นตั้งฉากหรือแนวนอน

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 2
เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. การบันทึก File ภาพชิ้นงาน แบบ Save Some เป็นการบันทึกแบบใด (1 คะแนน)

……

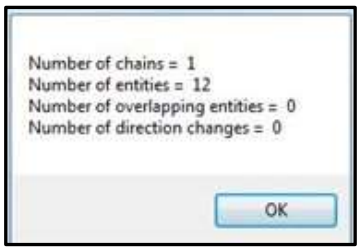
2. หากต้องการทราบพิกัดตำแหน่งของภาพชิ้นงานต้องใช้การวิเคราะห์แบบใด (1 คะแนน)

……

3. หากต้องการทราบพื้นที่ทั้งหมดของภาพ 2 มิติ ที่สร้างขึ้นต้องใช้การวิเคราะห์แบบใด

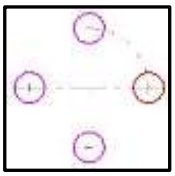
…… (1 คะแนน)

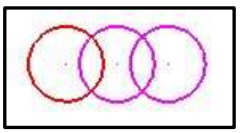
4. จากภาพเป็นผลการวิเคราะห์ภาพชิ้นงานด้วยคำสั่งใด…… (1 คะแนน)

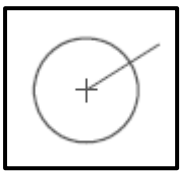


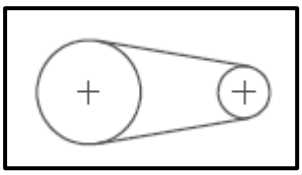
5. จากภาพผลการวิเคราะห์ในข้อ 10 มีจำนวนเส้นที่ประกอบเป็นภาพชิ้นงานกี่เส้น…. (1 คะแนน)
6. หน้าที่โดยรวมของคำสั่ง Xfrom Translate คือ …… (1 คะแนน)

จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 7-10


ภาพ A


ภาพ B


ภาพ C


ภาพ D

7. จากภาพ A เป็นการใช้คำสั่ง Xfrom ใด …….. (1 คะแนน)
8. จากภาพ B เป็นการใช้คำสั่ง Xfrom ใด…….. (1 คะแนน)
9. จากภาพ C เป็นการร่างเส้นตรงด้วยคำสั่ง Snap ใด …… (1 คะแนน)
10. จากภาพ D เป็นการร่างเส้นตรงสัมผัสวงกลมด้วยคำสั่ง Snap ใด…..……. (1 คะแนน)

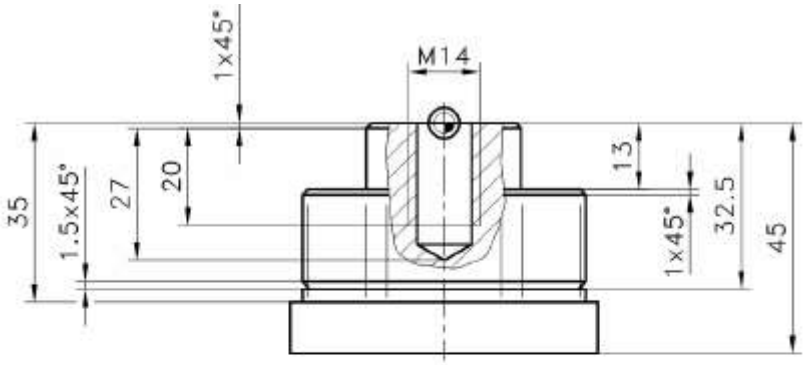
ใบงานที่ 2.3

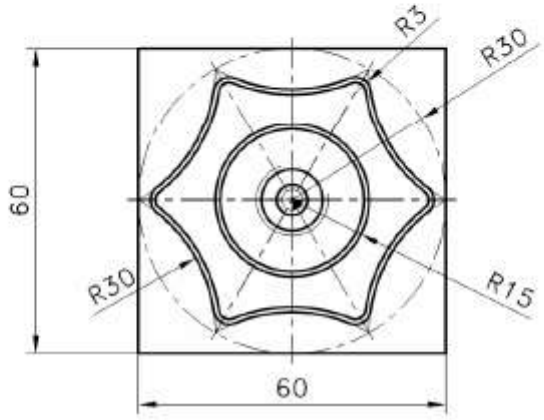
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้
2. ตั้งค่า Auto Cursor Setting ได้
3. ใช้งานคำสั่ง Xfrom แก้ไขภาพชิ้นงาน 2 มิติได้





เครื่องมือ/อุปกรณ์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 60x60
2. เขียนวงกลมที่จุด Origin
3. ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพชิ้นงาน

ข้อเสนอแนะ

1. เขียนเส้นผ่านศูนย์กลางที่จุด Origin
2. ใช้คำสั่ง Xfrom > Offset สร้างภาพชิ้นงานตามแบบ

เวลาในการปฏิบัติงาน : 40 นาที

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2.3

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3

หน่วยที่ 2
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 40 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 40x40 ที่จุด Origin				
2	เขียนวงกลม				
3	เขียนส่วนโค้งสัมผัสวงกลม				
4	ใช้คำสั่ง Xfrom > Offset คัดลอกภาพชิ้นงาน				
5	ตั้งค่าเส้นตามใบงาน				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

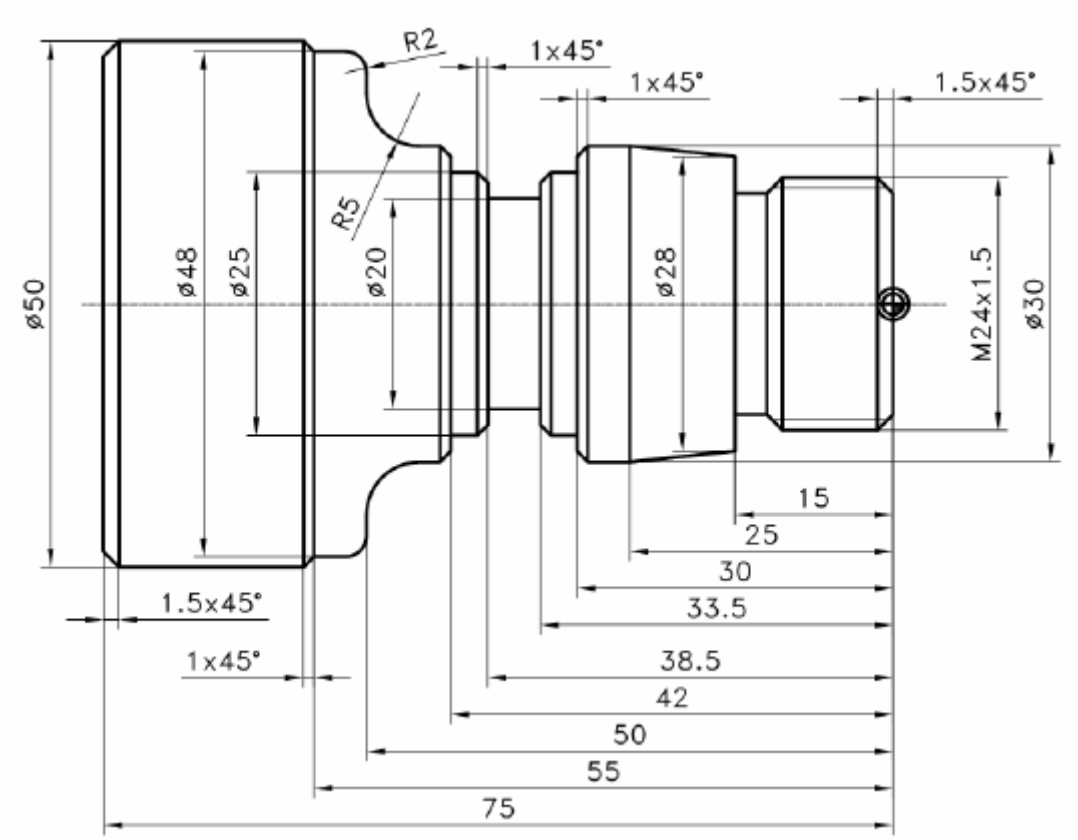
ใบงานที่ 2.4

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ตั้งค่าการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้
2. ตั้งค่า Auto Cursor Setting ได้
3. ใช้งานคำสั่ง Xfrom แก้ไขภาพชิ้นงาน 2 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนผ่านศูนย์กลาง
2. เริ่มเขียนภาพที่จุด Origin
3. เขียนภาพเพียงครึ่งเดียว
4. ใช้คำสั่ง Xfrom > Mirror สร้างภาพอีกด้าน

ข้อเสนอแนะ

1. เริ่มสร้างภาพชิ้นงานที่จุด Origin
2. สร้างภาพชิ้นงานเพียงครึ่งเดียวด้วยคำสั่ง Create
3. ใช้คำสั่ง Xfrom > Mirror สะท้อนภาพที่เหลืออีกด้าน

เวลาในการปฏิบัติงาน : 1 ชั่วโมง 30 นาที

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 2.4

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4

หน่วยที่ 2
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชม. 30 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนเส้นรอบรูปชิ้นงาน 1 ด้านที่จุด Origin ตามแบบ				
2	ใช้คำสั่ง Xfrom > Mirror คัดลอกภาพชิ้นงาน				
3	เขียนภาพชิ้นงานต้นแบบ 1 ภาพ				
4	บอกขนาด ตั้งค่าตัวเลข หัวลูกศรเหมาะสม				
5	ตั้งค่าเส้นตามใบงาน				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. การตั้งค่า Dimension Text เป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับข้อใด

   ก. ความสูงตัวเลข ข. ตำแหน่งทศนิยม

   ค. รูปแบบหัวลูกศร ง. ความสูงตัวอักษร

2. มุมมองภาพด้านข้าง (Right) เป็นการเขียนภาพที่ระนาบใด

   ก. ระนาบ XZ ข. ระนาบ YZ

   ค. ระนาบ XY ง. ระนาบ X Y Z

3. ที่ Menu bar / File หากต้องการเปิดไฟล์งานใหม่ คลิกเลือกที่คำสั่งใด

   ก. New ข. File Merge

   ค. Open ง. Edit / Open

4. ที่ Menu bar / File ใช้คำสั่งใดในการบันทึกงานบางส่วน

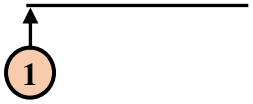
   ก. Save ข. Save As

   ค. Save Some ง. Save every

5. ที่ Menu bar คำสั่ง Analyze เป็นคำสั่งทำงานเกี่ยวกับ

   ก. การเขียนภาพ 2 มิติ ข. การเขียนภาพ 3 มิติ

   ค. การวิเคราะห์ภาพ ง. การวิเคราะห์ความยาวเส้น

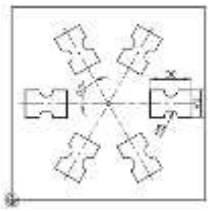
6. 

หากต้องการทราบจุดพิกัดตำแหน่งจุดที่ 1 ดังภาพ ใช้คำสั่งใดในการวิเคราะห์

   ก. Entity ข. Properties

   ค. Distance ง. Position

7. ต้องการคัดลอกภาพให้หมุนรอบจุดดังภาพใช้คำสั่งย่อยใดของ Xfrom



   ก. Mirror ข. Rotate

   ค. Offset ง. Rectangular Array

8. การย่อ ขยายภาพด้วยคำสั่ง Xfrom / Scale ถ้ากำหนดค่า Factor = 1 ภาพที่ได้จะมีลักษณะ

ก. มีขนาดเล็กกว่าภาพต้นแบบ ข. มีขนาดเป็นรูปวงรี

ค. มีขนาดเท่ากับภาพต้นแบบ ง. มีขนาดใหญ่กว่าภาพต้นแบบ

จากตัวเลือกที่กำหนดให้ใช้ตอบคำถามข้อ 9 ถึง 10

ก ข. ค. ง.

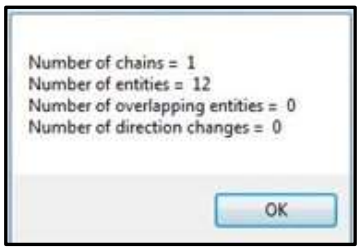
9. ต้องการสร้างภาพชิ้นงานที่จุดศูนย์กลางของวงกลมด้วยฟังก์ชั่น Snap ต้องเลือกตัวเลือกใด

10. ต้องการสร้างภาพชิ้นงานที่จุดกึ่งกลางเส้นด้วยฟังก์ชั่น Snap ต้องเลือกตัวเลือกใด

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2
เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

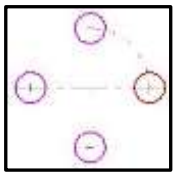
จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

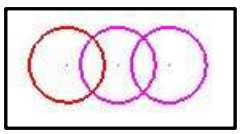
1. การบันทึก File ภาพชิ้นงาน แบบ Save Some เป็นการบันทึกแบบใด…**เป็นการบันทึกภาพชิ้นงานบางส่วน**…… (1 คะแนน)
2. หากต้องการทราบพิกัดตำแหน่งจุดใดจุดหนึ่งของภาพชิ้นงานต้องใช้การวิเคราะห์แบบใด **Analyze / Point**……. (1 คะแนน)
3. หากต้องการทราบพื้นที่ทั้งหมดของภาพ 2 มิติ ที่สร้างขึ้นต้องใช้การวิเคราะห์แบบใด **Analyze / 2D Area** ……. (1 คะแนน)
4. จากภาพเป็นผลการวิเคราะห์ภาพชิ้นงานด้วยคำสั่งใด… **Analyze / Chain**….. (1 คะแนน)

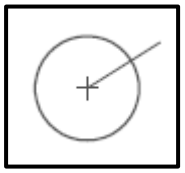


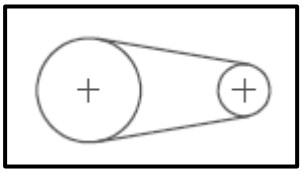
5. จากภาพผลการวิเคราะห์ในข้อ 4 มีจำนวนเส้นที่ประกอบเป็นภาพชิ้นงานกี่เส้น..**12**เส้น(1คะแนน)
6. หน้าที่โดยรวมของคำสั่ง Xfrom Translate คือ ……**การคัดลอกภาพชิ้นงาน**… (1 คะแนน)

จากภาพใช้ตอบคำถามข้อ 6-10


ภาพ A


ภาพ B


ภาพ C


ภาพ D

7. จากภาพ A เป็นจากการใช้คำสั่ง Xfrom / …**Rotate**……..…….. (1 คะแนน)
8. จากภาพ B เป็นจากการใช้คำสั่ง Xfrom /…**Rectangular Array**…….. (1 คะแนน)
9. จากภาพ C เป็นการร่างเส้นตรงด้วยคำสั่ง Snap / …**Arc Center**…….. (1 คะแนน)
10. จากภาพ D เป็นการร่างเส้นตรงสัมผัสวงกลมด้วยคำสั่ง Snap /…**Tangent**…… (1 คะแนน)

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 2 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

---

1. ก
2. ข
3. ก
4. ข
5. ค
6. ง
7. ข
8. ค
9. ข
10. ก

โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 3

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005

ชื่อหน่วย : การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ **จำนวน** 15 **ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

<u>ทฤษฎี</u>

1. การเขียนเส้น
2. การลบขอบภาพชิ้นงาน
3. การบอกขนาดภาพชิ้นงาน
4. การเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ
5. การเขียนข้อความ
6. การเขียนภาพพื้นผิว

<u>ปฏิบัติ</u>

1. งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง
2. งานเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ
3. งานเขียนภาพพื้นผิว

รายการสอน	จุดประสงค์การสอน
<u>ทฤษฎี</u>	
1. การเขียนเส้น	1. อธิบายการใช้งานคำสั่งเขียนเส้นได้
2. การลบขอบภาพชิ้นงาน	2. อธิบายการใช้งานคำสั่งลบขอบภาพชิ้นงานได้
3. การบอกขนาดภาพชิ้นงาน	3. อธิบายการใช้งานคำสั่งบอกขนาดภาพชิ้นงานได้
4. การเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ	4. อธิบายการเขียนภาพรูปทรง 2 มิติได้
5. การเขียนภาพพื้นผิว	5. อธิบายการใช้งานคำสั่งเขียนภาพพื้นผิวได้
<u>ปฏิบัติ</u>	
1. การใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้ง	1. ใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้งได้
2. การใช้งานคำสั่ง Create เขียนภาพรูปทรง 2 มิติ	2. ใช้งานคำสั่ง Create เขียนภาพรูปทรง 2 มิติได้
3. งานคำสั่ง Surface เขียนภาพพื้นผิว	3. ใช้งานคำสั่ง Surface เขียนภาพพื้นผิวได้

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ จำนวน 15 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="3">วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต</td></tr>
<tr><td colspan="2">สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอน หน่วยที่ 3 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 3 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ
เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ</td><td>เอกสารอ้างอิง : บรรณานุกรมลำดับที่ 2,6,16</td></tr>
<tr><td colspan="3">การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน / แบบฝึกหัดท้ายบท / ใบงาน / แบบประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</td></tr>
</table>

แผนการสอนที่ 4	**หน่วยที่ 3**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 1**
หน่วยที่ 3 ชื่อหน่วย การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การเขียนเส้น
2. การลบขอบภาพชิ้นงาน
3. การบอกขนาดภาพชิ้นงาน

สาระสำคัญ

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนแรกของการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมช่วยในกระบวนการผลิต คือการออกแบบ โปรแกรมมาสเตอร์แคมสามารถใช้ในการออกแบบและจัดการกระบวนการผลิตได้ในตัว การออกแบบโดยปกติจะเริ่มที่จุด Origin แต่ก็มีบางส่วนของแบบต้องหาจุดพิกัด (Point) ในการเขียนแบบ แบบงานจะประกอบด้วยเส้นตรงและส่วนโค้ง (Line and Arc) เพื่อความแข็งแรง สวยงามของชิ้นงานจะต้องทำงานลบมุม (Fillet and Chamfer Entities) เพื่อให้ผู้ผลิตทราบถึงขนาดของชิ้นงานในแบบจะต้องทำการบอกขนาด (Dimension) และข้อกำหนดอื่น ๆ ให้ผู้ผลิตทราบ

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนเส้น การลบขอบภาพชิ้นงาน การบอกขนาดภาพชิ้นงาน เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา …

1.1 อธิบายการใช้งานคำสั่งเขียนเส้นได้

1.2 อธิบายการใช้งานคำสั่งลบขอบภาพชิ้นงานได้

1.3 อธิบายการใช้งานคำสั่งบอกขนาดภาพชิ้นงานได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา …

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้งได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา …

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อการใช้งานคำสั่งเขียนเส้น การใช้งานคำสั่งลบขอบภาพชิ้นงาน และการใช้งานคำสั่งบอกขนาดภาพชิ้นงาน (20 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิดโปรแกรมมาสเตอร์แคม แล้วเขียนภาพชิ้นส่วนเครื่องมือกล ให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. ถ้าต้องการสร้างภาพที่จุด X30, Y-50 จะใช้คำสั่งใด

2. นักศึกษารู้จักคำสั่งการลบมุม และการลบมุมมนมาก่อนหรือไม่

3. โปรแกรมอื่นๆ ที่นักศึกษาเคยศึกษามาใช้คำสั่งใดในการบอกขนาด

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การใช้งานคำสั่งเขียนเส้น

2.2 การใช้งานคำสั่งลบขอบภาพชิ้นงาน

2.3 การใช้งานคำสั่งบอกขนาดภาพชิ้นงาน

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 10 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.1 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1 ใบงานที่ 3.2 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2 และใบงานที่ 3.3 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3 (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 3.1 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1 (30 นาที) ใบงานที่ 3.2 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2 (30 นาที) และใบงานที่ 3.3 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3 (30 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการเขียนเส้นด้วยคำสั่ง Create การลบขอบภาพชิ้นงานด้วยคำสั่ง Fillet and Chamfer การบอกขนาดชิ้นงานด้วยคำสั่ง Dimension (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.1 ใบงานที่ 3.2 และใบงานที่ 3.3 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

1.2 ใบงานที่ 3.1 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1

1.3 ใบงานที่ 3.2 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2

1.4 ใบงานที่ 3.2 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3

1.5 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแบบงานชิ้นส่วนเครื่องมือกล

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ แผ่นที่ 1-44

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.1 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.2 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2
3. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.3 งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3
4. แบบฝึกหัดท้ายบท
5. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
6. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์, AutoCAD 2017 : 2D Drafting สำหรับเขียนแบบ2มิติ สำนักพิมพ์ซีเอ็ด

กิจกรรมเสนอแนะ

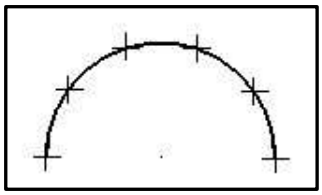
1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการใช้งานคำสั่ง Point , Line, Fillet, Chamfer และ Dimension

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาเขียนแบบชิ้นส่วนเครื่องกลตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

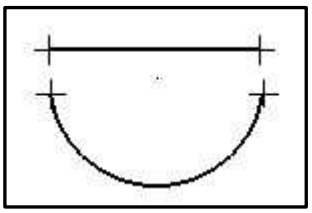
ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ถ้าต้องการให้เกิดจุดบนเส้นตรงหรือส่วนโค้งที่มีระยะห่างเท่าๆ กันดังภาพใช้คำสั่งPoint ชนิดใด



ก. End Point
ข. Point Dynamic
ค. Small Point
ง. Point Segment

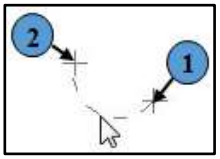
2. จากภาพเป็นการสร้างด้วยคำสั่ง Point ชนิดใด



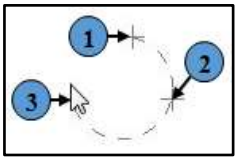
ก. End Point
ข. Point Dynamic
ค. Small Point
ง. Point Segment

จากตัวเลือกใช้ตอบคำถามการสร้างรูปวงกลมและส่วนโค้ง 3 – 4

ก. Arc 3 Point
ข. Arc Endpoint
ค. Circle Center Point
ง. Circle End Point

3. 

จากรูปสร้างจากคำสั่งใดของ Arc

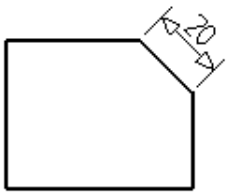
4. 

จากรูปสร้างจากคำสั่งใดของ Arc

5. คำสั่งใดของ Create ใช้ลบมุมมนที่ละมุม

ก. Fillet Entities
ข. Fillet Chain
ค. Fillet One / One
ง. Fillet Single

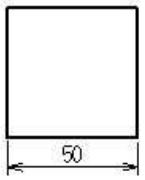
6. จากรูปเป็นการลบมุม (Chamfer) แบบใด



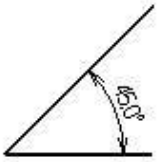
ก. Width
ข. 1 Distance
ค. 2 Distances
ง. Distances / Angle

จากตัวเลือกใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับการบอกขนาด (Dimension) ข้อ 7 – 9

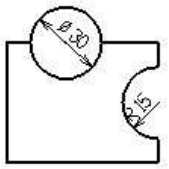
ก. Circular
ข. Angular
ค. Parallel
ง. Horizontal

7. 

จากรูปเป็นการบอกขนาดด้วยคำสั่งใด

8. 

จากรูปเป็นการบอกขนาดด้วยคำสั่งใด

9. 

จากรูปเป็นการบอกขนาดด้วยคำสั่งใด

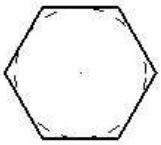
10. คำสั่งใดต่อไปนี้ใช้เขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ

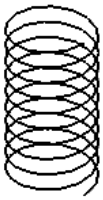
ก. Line End Point
ข. Arc Polar
ค. Rectangle
ง. Circle

จากตัวตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามการเขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ข้อ 11-12

ก. Rectangular Shapes ข. Polygon

ค. Helix ง. Ellipse

11.  จากรูปเป็นการเขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ด้วยคำสั่งใด

12.  จากรูปเป็นการเขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ด้วยคำสั่งใด

จากตัวตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามการสร้างภาพพื้นผิว ข้อ 13 - 14

ก. Draft ข. Offset

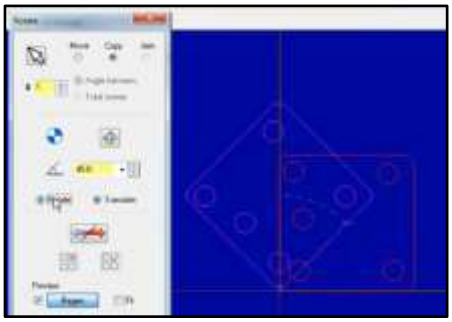
ค. Revolved ง. Swept

13. ภาพพื้นผิว 2 ชั้นสร้างจากคำสั่งใด

14. ภาพพื้นผิวเอียงมุมสร้างจากคำสั่งใด

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	**สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ก่อนจะถึงขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAM: Computer Aided Manufacturing) จะต้องทำการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAD: Computer Aided Design) มีหลายโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการออกแบบตามความถนัดของผู้ออกแบบ เช่น Solid Works, Auto Cad, Catia, Invento, Nx ฯ และสามารถนำเข้าแบบงานที่ออกแบบจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โปรแกรม Master Cam จะเป็นการดีหากใช้โปรแกรมเดียวทั้งขั้นตอนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพราะสามารถแก้ไขปรับแต่งแบบงานได้สะดวก การสร้างภาพชิ้นงานในหน่วยนี้จะกล่าวถึงการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ จากเส้นตรง เส้นโค้ง และวงกลมประกอบกันเป็นโครงร่างเพื่อสร้างพื้นผิว

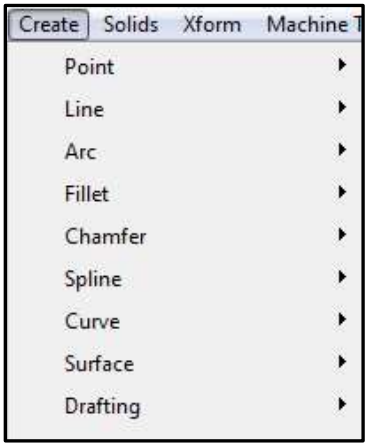


“เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการเริ่มต้นใช้งานมาสเตอร์ออกแบบ 2 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์”
https://www.youtube.com/watch?v=vEX70wKTEo8

ภาพที่ 3.1 แสดงการเริ่มต้นใช้งานมาสเตอร์ออกแบบชิ้นงาน 2 มิติ
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=vEX70wKTEo8

1. การเขียนเส้น

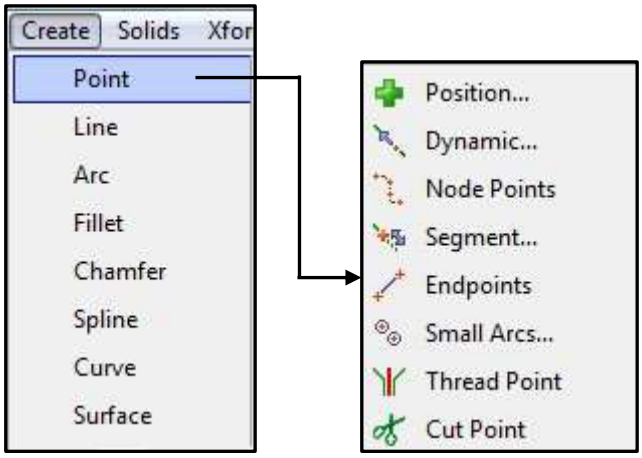
การเขียนเส้นมีหลายลักษณะจึงต้องใช้คำสั่งให้ถูกต้องกับลักษณะเส้น คำสั่งย่อยการเขียนภาพเส้นที่ Menu bar คลิก Create เป็นคำสั่งการเขียนภาพเส้นด้วยจุด (Point) การเขียนภาพเส้นตรง (Line) การเขียนภาพเส้นโค้ง (Arc) และการเขียนเส้นอิสระ (Spline)



ภาพที่ 3.2 แสดงคำสั่งย่อยการเขียนเส้นที่ Menu bar คลิก Create
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

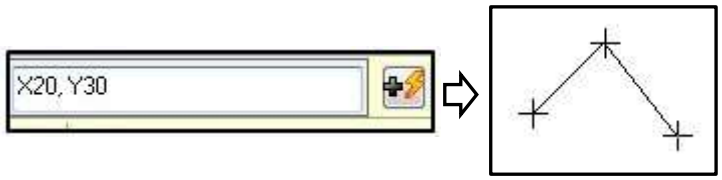
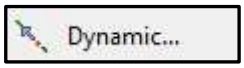
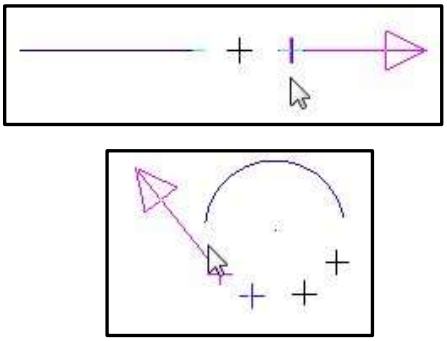
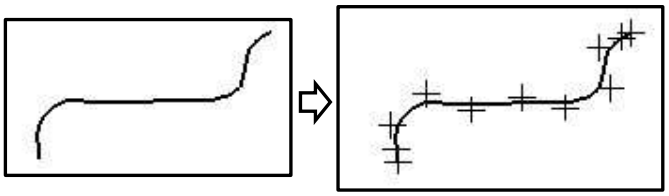
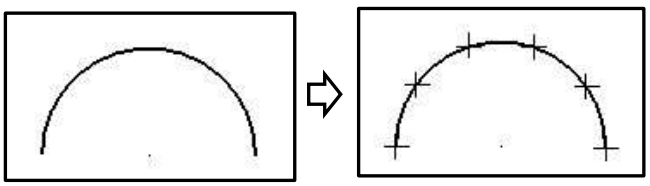
1.1 การเขียนเส้นด้วยคำสั่งจุด (Point)

เป็นการเขียนเส้นโดยการให้แสดงจุดด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การบอกพิกัดตำแหน่งของจุด (Position) การปรากฏจุดจากเส้นที่มีอยู่ (Dynamic) การปรากฏจุดที่ปลายเส้น (Endpoints) การปรากฏจุดศูนย์กลางของวงกลม (Small Arcs) การใช้งานคำสั่ง Point ดังตารางที่ 3.1

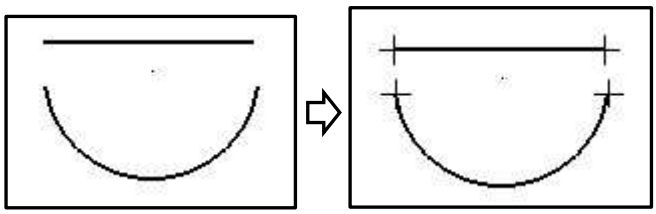
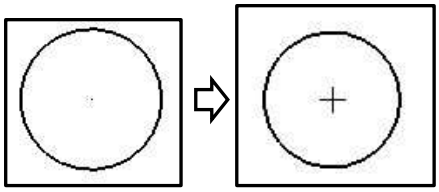


ภาพที่ 3.3 แสดงคำสั่งย่อยการเขียนเส้นด้วยจุด
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ตารางที่ 3.1 การเขียนเส้นด้วยคำสั่งย่อย Point

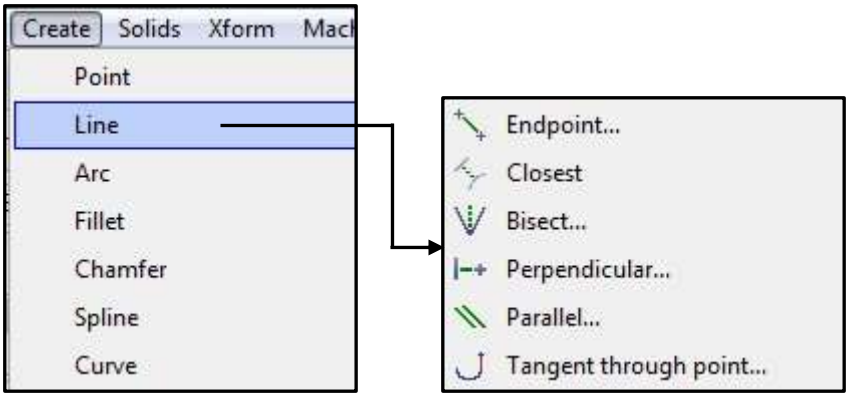
คำสั่งย่อย Point	การใช้งานคำสั่งย่อย Point
	- เขียนเส้นตรงจากจุดที่มีอยู่ โดยจุดนั้นเกิดจากการกำหนดพิกัดตำแหน่งที่ Ribbon bar แล้วลากเส้นตรงไปตามจุดที่ปรากฏ 
	- เป็นการสร้างจุดจากเส้นที่มีอยู่ตลอดทั้งเส้นโดยที่ใช้ Mouse ในการกำหนดจุด สร้างได้ทั้งเส้นตรงและเส้นโค้ง 
	- เป็นคำสั่งสร้างจุดที่ใช้สร้าง Parametric spline curve กลับมาใช้งาน 
	- เป็นคำสั่งสร้างจุดบนเส้นโค้งหรือเส้นตรงโดยการกำหนดระยะห่างระหว่างจุดหรือกำหนดจำนวนจุดก็ได้ โดยคลิกที่เส้นหรือส่วนโค้ง 

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

Endpoints	- เป็นคำสั่งสร้างจุดที่ปลายของเส้นตรง,ส่วนโค้ง, เพื่อเขียนเส้นตรง โดยคลิกที่เส้นหรือส่วนโค้ง 
Small Arcs...	- เป็นการสร้างจุดศูนย์กลางวงกลม โดยคลิกที่เส้นขอบรูป 

1.2 การเขียนเส้นด้วยคำสั่ง Line

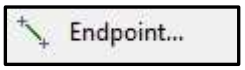
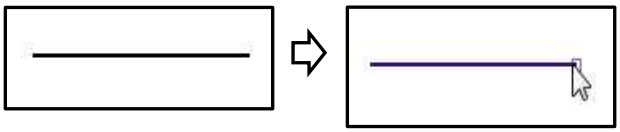
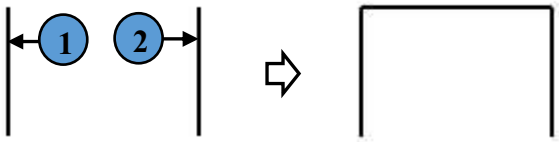
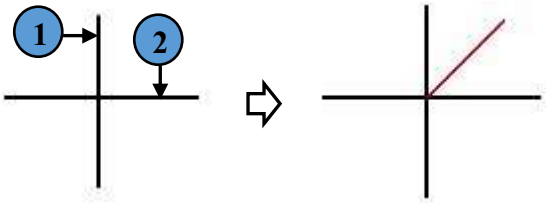
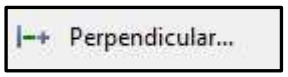
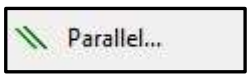
คำสั่ง Line เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนเส้นตรงแนวตั้ง, แนวนอน หรือเอียงมุม สามารถเขียนด้วยวิธีต่าง ๆ ดังตารางที่ 3.2



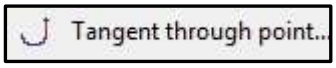
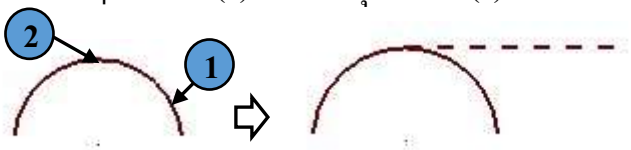
ภาพที่ 3.4 แสดงการเขียนเส้นตรงด้วยคำสั่งย่อยของ Line

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ตารางที่ 3.2 การเขียนเส้นตรงด้วยคำสั่งย่อย Line

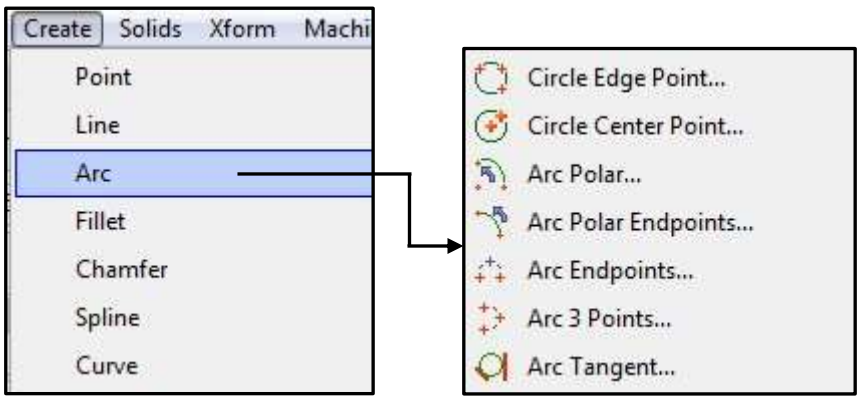
คำสั่งย่อย Line	การใช้งานคำสั่งย่อย Line
	- เป็นการเขียนเส้นตรงต่อจากปลายเส้นที่มีอยู่ โดยคลิกที่ปลายเส้น 
	- เป็นการเขียนเส้นตรงปิดระหว่างเส้น 2 เส้น โดยคลิกที่เส้น (1) และคลิกเส้น (2) 
	- เป็นการสร้างเส้นตรงที่แบ่งมุมออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน เกิดจากเส้น 2 เส้นตัดกัน โดยคลิกที่เส้นตรง (1) และคลิกเส้นตรง (2) 
	- เป็นการสร้างเส้นตรงให้ตั้งฉากกับเส้นตรงเดิม โดยคลิกที่เส้นตรงเดิม (1) แล้วลากไปวางที่ตำแหน่งที่ต้องการ
	- เป็นการสร้างเส้นขนาน โดยคลิกที่เส้นเดิม (1) กำหนดระยะทางที่ Ribbon bar คลิกเมาส์วางในทิศทางที่ต้องการ

ตารางที่ 3.2

คำสั่งย่อย Line	การใช้งานคำสั่งย่อย Line
	- เป็นการสร้างเส้นตรงให้ไปสัมผัสส่วนโค้งหรือวงกลม โดยคลิกบริเวณใด ๆ ของเส้น (1) แล้วคลิกจุดเริ่มต้น (2) 

1.3 การเขียนส่วนโค้งและวงกลมด้วยคำสั่ง Arc

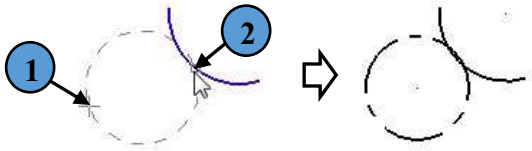
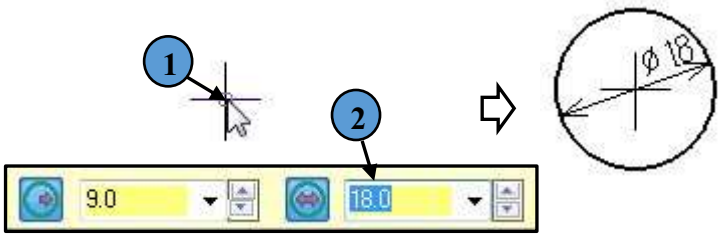
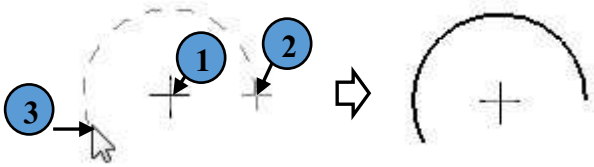
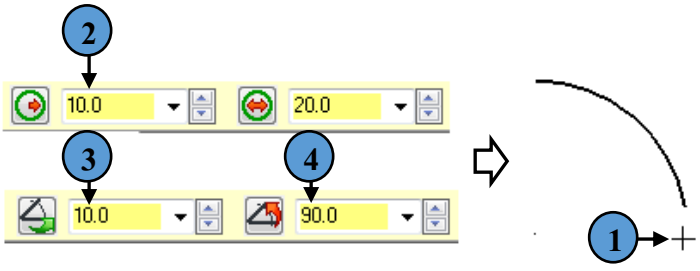
ส่วนโค้งและวงกลมสามารถสร้างโดยใช้คำสั่งย่อยของ Arc โดยเลือกคำสั่งที่ Create > Arc จาก Main Menu จากนั้นก็จะเห็นเมนูย่อยของ Arc โดยวิธีสร้างจะขึ้นอยู่กับการใช้คำสั่งย่อยนั้น ๆ การใช้งานคำสั่งย่อยของ Arc ดังตารางที่ 3.3



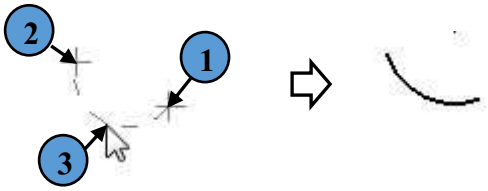
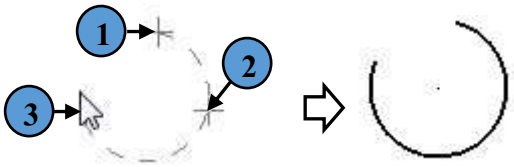
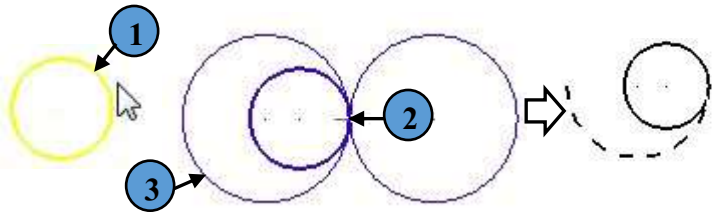
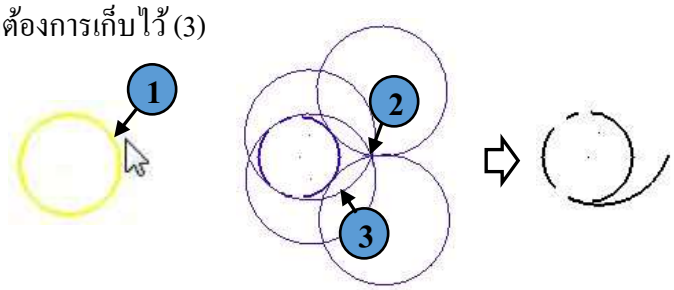
ภาพที่ 3.5 แสดงการเขียนส่วนโค้งและวงกลมด้วยคำสั่งย่อย Arc

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

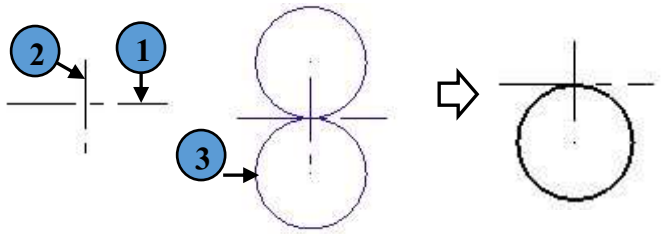
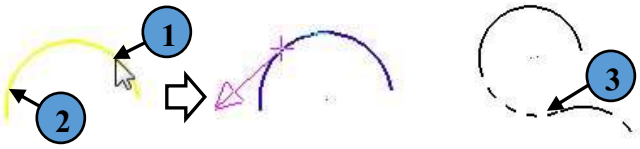
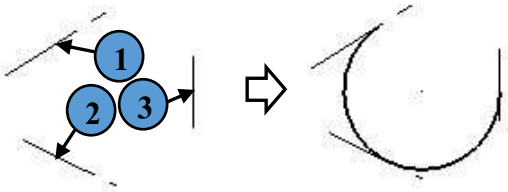
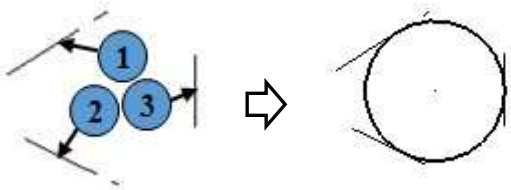
ตารางที่ 3.3 การเขียนส่วนโค้งและวงกลมด้วยคำสั่งย่อย Arc

คำสั่งย่อย Arc	การใช้งานคำสั่งย่อย Arc
Circle Edge Point...	- เป็นการสร้างวงกลม โดยคลิกจุดเริ่มต้น (1) แล้วคลิกจุดสิ้นสุด (2) ให้สัมผัสส่วนโค้งหรือวงกลม 
Circle Center Point...	- เป็นการสร้างวงกลม โดยเริ่มที่จุดศูนย์กลางของวงกลม (1) แล้วกำหนดขนาดรัศมี หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมที่ Ribbon bar (2) 
Arc Polar...	- เป็นการสร้างส่วนโค้ง โดยเริ่มที่จุดศูนย์กลางส่วนโค้ง (1) คลิกจุดเริ่มต้นส่วนโค้ง (2) ลากเส้นโค้งไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา คลิกจุดสิ้นสุด (3) 
Arc Polar Endpoints...	- เป็นการสร้างส่วนโค้ง โดยคลิกจุดที่ (1) กำหนดขนาดรัศมี (2) กำหนดองศาเริ่มต้นส่วนโค้ง (3) กำหนดองศาสิ้นสุดส่วนโค้ง (4) 

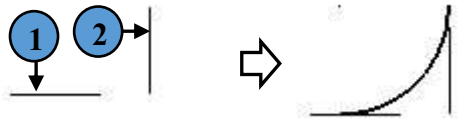
ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

	- เป็นการสร้างส่วนโค้ง โดยคลิกจุดเริ่มต้น (1) คลิกจุดสิ้นสุด (2) ลากเมาส์ไปในทิศทางที่ต้องการส่วนโค้ง (3) กำหนดรัศมีโค้งที่ Ribbon bar 
	- เป็นการสร้างส่วนโค้งโดยการคลิกจุด 3 จุด ตามลำดับ (1) (2) (3) 
Tangent 1 Entity	- เป็นการสร้างส่วนโค้ง โดยการเลือกวัตถุ (1) กำหนดรัศมีที่ Ribbon bar คลิกจุดสัมผัสวงกลม 1 จุด (2) คลิกเลือกส่วนโค้งที่ต้องการเก็บไว้ (3) 
Tangent Point	- เป็นการสร้างส่วนโค้งโดยที่จะมีเส้นสัมผัสวงกลม ผ่านจุดที่เลือก โดยคลิกเลือกวัตถุ (1) คลิกจุดที่เลือก (2) คลิกเลือกเส้นที่ต้องการเก็บไว้ (3) 

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

คำสั่งย่อย Point	การใช้งานคำสั่งย่อย Point
Tangent Centerline	- เป็นการสร้างวงกลมโดยที่มีเส้นตรงแนวนอน (1) แล้วคลิกเส้นตั้ง (2) จะได้วงกลมสัมผัสเส้นผ่านจุดศูนย์กลาง คลิกวงกลมที่ต้องการเก็บไว้ (3) 
Dynamic Tangency	- เป็นการสร้างส่วนโค้งโดยที่กำหนดจุด ซึ่งส่วนโค้งจะสัมผัสกับเส้นสัมผัสโดยอัตโนมัติ โดยคลิกเลือกวัตถุ (1) ลากหัวลูกศรไปในทิศทางที่ต้องการ (2) คลิกวาง (3) 
Arc Tangent 3 Entities	- เป็นการสร้างส่วนโค้ง โดยที่คลิกให้สัมผัสเส้น ส่วนโค้ง หรือวงกลม 3 จุด (1) (2) (3) 
Circle Tangent 3 Entities	- เป็นการสร้างวงกลม โดยที่คลิกให้สัมผัสเส้น ส่วนโค้ง หรือวงกลม 3 จุด (1) (2) (3) 

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

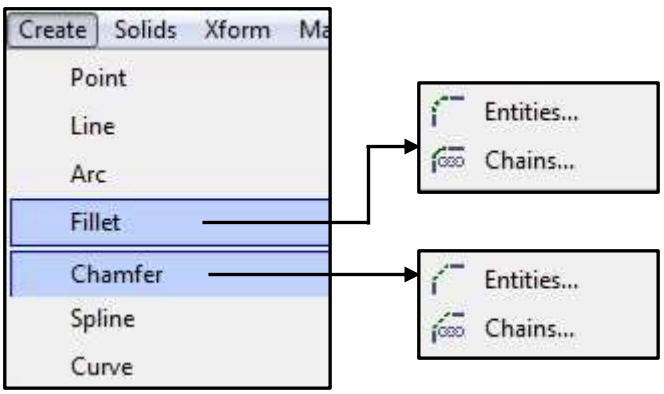
คำสั่งย่อย Point	การใช้งานคำสั่งย่อย Point
Arc Tangent 2 Entities	- เป็นการสร้างส่วนโค้ง สัมผัสเส้น ส่วนโค้ง หรือวงกลม 2 จุด โดยที่มีเส้นตรงแนวนอน (1) แล้วคลิกเส้นตั้ง (2) 

2. การลบขอบภาพชิ้นงาน

การลบขอบภาพชิ้นงานเพื่อความเรียบร้อย สวยงามหรือเพื่อความแข็งแรง มี 2 คำสั่งที่ใช้ลบขอบภาพชิ้นงาน คือ

2.1 Fillet เป็นคำสั่งลบมุมมนของภาพชิ้นงานด้วยการกำหนดค่ารัศมี

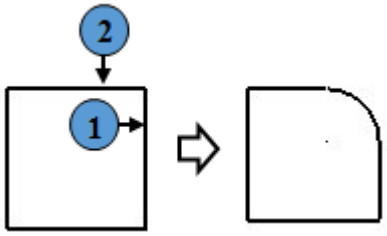
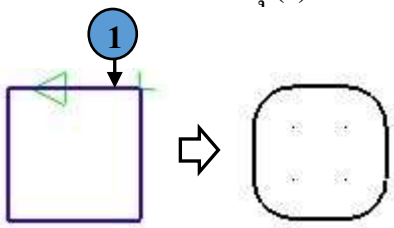
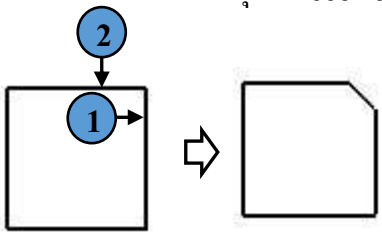
2.2 Chamfer เป็นคำสั่งลบมุมของเส้น 2 เส้นที่มาบรรจบกัน

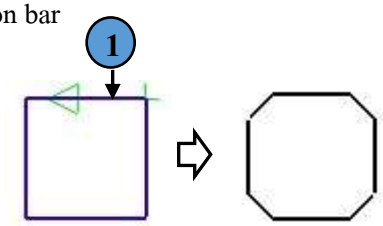


ภาพที่ 3.6 แสดงการลบขอบภาพชิ้นงานด้วยคำสั่ง Fillet และ Chamfer

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

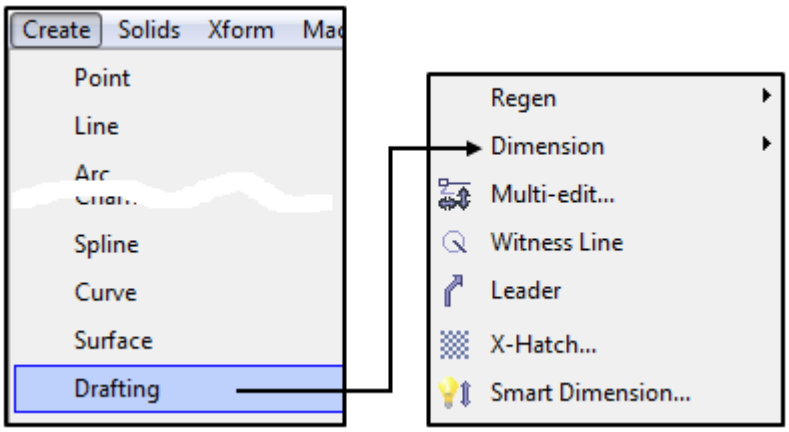
ตารางที่ 3.4 การลบขอบภาพชิ้นงานด้วยคำสั่ง Fillet และ Chamfer

คำสั่งลบขอบภาพชิ้นงาน	การใช้งานคำสั่งย่อย
2.1 Fillet	2.1.1 Fillet Entities เป็นการลบมุมมนเส้นตรง 2 เส้นที่มาตัดกันหรือบรรจบกัน เป็นการลบมุมมนทีละมุม โดยการคลิกเส้นประกอบที่ต้องการลบมุมมน (1) (2) กำหนดค่ารัศมีที่ Ribbon bar 
	2.1.2 Fillet Chains เป็นการลบมุมมนจากเส้นที่ยาวต่อกันเรื่อย ๆ พร้อมกันในครั้งเดียว โดยการคลิกเลือกวัตถุ (1) กำหนดค่ารัศมีที่ Ribbon bar 
2.2 Chamfer	2.2.1 Chamfer Entities เป็นการลบมุมเส้นตรง 2 เส้นที่มาตัดกันหรือบรรจบกัน เป็นการลบมุมทีละมุม โดยการคลิกเส้นประกอบที่ต้องการลบมุม (1) (2) กำหนดค่าระยะและองศาการลบมุม Ribbon bar 

คำสั่งลบขอบภาพชิ้นงาน	การใช้งานคำสั่งย่อย
2.2 Chamfer	2.2.2 Chamfer Chains เป็นการลบมุมจากเส้นที่ยาวต่อกันเรื่อย ๆ พร้อมกันในครั้งเดียว โดยการคลิกเลือกวัตถุ (1) กำหนดค่าระยะและองศาการลบมุม Ribbon bar 

3. การบอกขนาดภาพชิ้นงาน

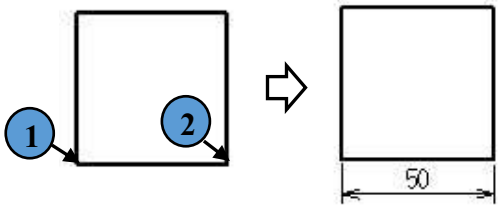
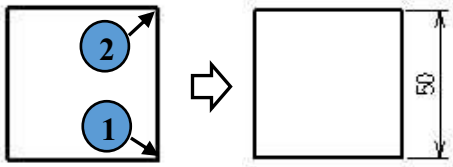
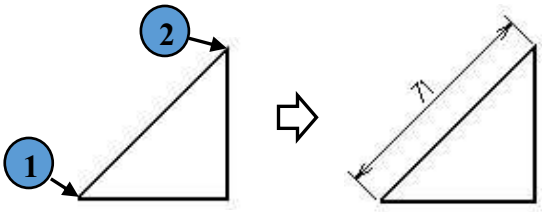
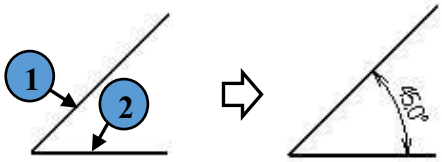
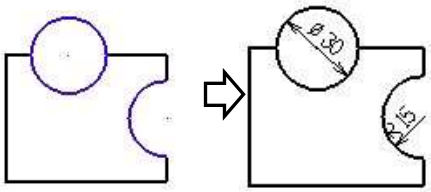
การบอกขนาดภาพชิ้นงานด้วยตัวเลขเป็นวิธีการที่ผู้ออกแบบจะสื่อสารสิ่งต่าง ๆ ซึ่งออกแบบไว้ต่อผู้ผลิต การบอกขนาดที่ดีต้องบอกขนาดได้ครบถ้วนเพียงพอต่อการผลิต ผู้อ่านแบบสามารถทราบขนาดได้ในทันที สำหรับโปรแกรมมาสเตอร์แคมสามารถปรับตั้งค่าตัวเลข ตัวอักษร และหัวลูกศรที่เกี่ยวข้องกับการบอกขนาด ที่ Menu bar > Setting > Configuration > Dimension and Notes



ภาพที่ 3.7 แสดงคำสั่งการบอกขนาดภาพชิ้นงาน Menu bar > Create Drafting

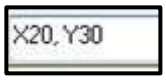
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ตารางที่ 3.5 การบอกขนาดภาพชิ้นงานด้วยคำสั่ง Dimension

คำสั่งบอกขนาดภาพชิ้นงาน	การใช้งานคำสั่งย่อย
	- เป็นการบอกขนาดภาพชิ้นงานแนวนอน โดยคลิก (1) และคลิก (2) 
	- เป็นการบอกขนาดภาพชิ้นงานแนวตั้ง โดยคลิก (1) และคลิก (2) 
	- เป็นการบอกขนาดภาพชิ้นงานขนานเส้นโดยคลิก (1) และคลิก (2) 
	- เป็นการบอกขนาดมุมภาพชิ้นงานโดยคลิก (1) และคลิก (2) 
	- เป็นการบอกขนาดรัศมีของส่วนโค้งหรือบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของวงกลม โดยคลิกที่ส่วนโค้งหรือวงกลมที่ต้องการบอกขนาด 1 ครั้ง 

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3
เรื่อง การเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. ถ้าต้องการให้แถบ Ribbon ปรากฏดังภาพ 

ต้องเลือก Toolbar ใด (1 คะแนน)

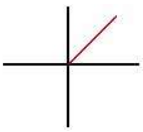
....

2. จากรูป เกิดจากคำสั่งย่อยของ Point คำสั่งย่อยใด.....(1 คะแนน)
3. ถ้าต้องการสร้างจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งหรือวงกลม ใช้คำสั่งย่อย Point คำสั่งใด (1 คะแนน)

.....

4. คำสั่งย่อยของ Line

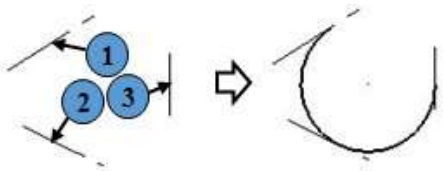
ใช้สร้างเส้นแบบใด (1 คะแนน)

.... 

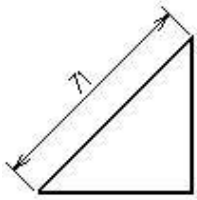
5. คำสั่งใดใช้สร้างส่วนโค้งหรือวงกลม ..... (1 คะแนน)
6. จาก Tool bar

ใช้สร้างส่วนโค้งหรือวงกลม .....(1 คะแนน)

7. ถ้าคลิกเส้น 3 เส้นเพื่อสร้างส่วนโค้งดังรูป เป็นการใช้คำสั่งใด ..... (1 คะแนน)



8. คำสั่งลบมุมภาพชิ้นงานคือ..... (1 คะแนน)
9. คำสั่งลบมุมมนภาพชิ้นงานคือ..... (1 คะแนน)

10. การบอกขนาดดังภาพ 

ใช้คำสั่งใดในการบอกขนาดแบบใด
.....(1 คะแนน)

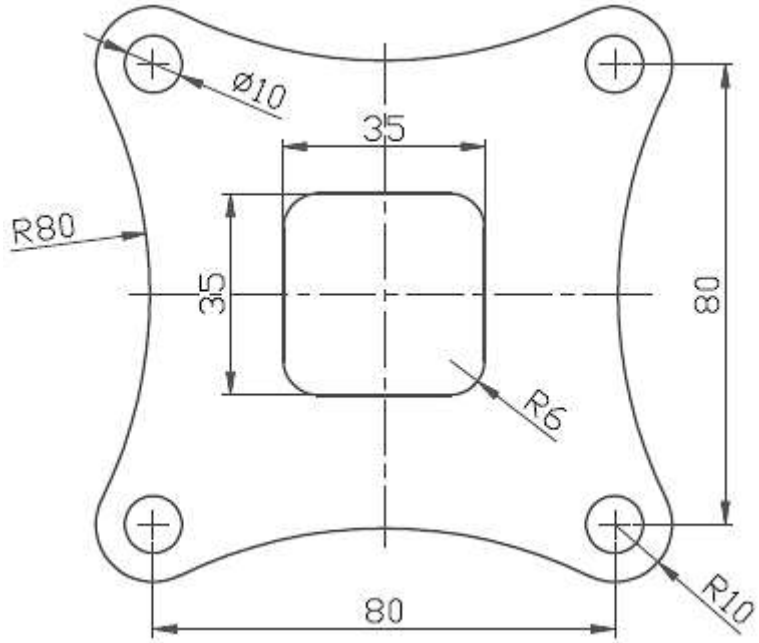
ใบงานที่ 3.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้งได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนวงกลมขนาด ø 10 มม. จำนวน 4 รูป
2. เขียนกรอบสี่เหลี่ยม □ 35x35 R6
3. เขียนส่วนโค้ง R 10 จำนวน 4 รูป
4. เขียนส่วนโค้ง R80 สัมผัสส่วนโค้ง R10 จำนวน 4 รูป

ข้อเสนอแนะ

ใช้คำสั่ง Create > Arc > Arc Tangent > Arc Tangent 2 Entities เขียนส่วนโค้ง R80

เวลาในการปฏิบัติงาน 40 นาที

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.1 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ **ชื่องาน :** งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 1	**หน่วยที่ 3** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 40 นาที**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนวงกลมขนาด ø 10 มม. จำนวน 4 รูป				
2	เขียนกรอบสี่เหลี่ยม □ 35x35 R6				
3	เขียนส่วนโค้ง R 10 จำนวน 4 รูป				
4	เขียนส่วนโค้ง R80 สัมผัสส่วนโค้ง R10 จำนวน 4 รูป				
5	บอกขนาดครบทุกจุด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

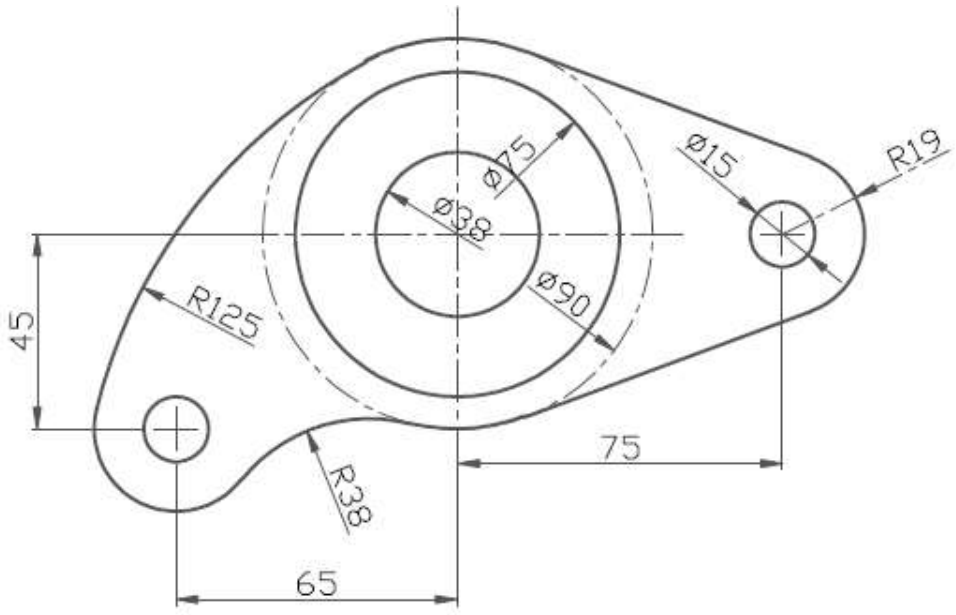
ใบงานที่ 3.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้งได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนวงกลม ø 38, 75, และ 90 มม.
2. เขียนวงกลมขนาด ø 15 มม. ที่พิกัดตำแหน่งตามแบบ จำนวน 2 รูป
3. เขียนส่วนโค้ง R 19, R38 และ R125
4. เขียนเส้นตรงสัมผัสวงกลม ø 90 กับ R19

ข้อเสนอแนะ

1. ใช้คำสั่ง Create > Arc > Arc Tangent > Arc Tangent 2 Entities เขียนส่วนโค้ง R80, R135
2. ใช้คำสั่ง Tangent เขียนเส้นตรงสัมผัสส่วนโค้ง

เวลาในการปฏิบัติงาน 40 นาที

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.2 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ **ชื่องาน :** งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 2	**หน่วยที่ 3** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 40 นาที**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนวงกลม ø 38, 75, และ 90 มม.				
2	เขียนวงกลมขนาด ø 15 มม. ที่พิกัดตำแหน่งตามแบบ				
3	เขียนส่วนโค้ง R 19, R38 และ R125				
4	เขียนเส้นตรงสัมผัสวงกลม ø 90 กับ R19				
5	บอกขนาดครบทุกจุด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

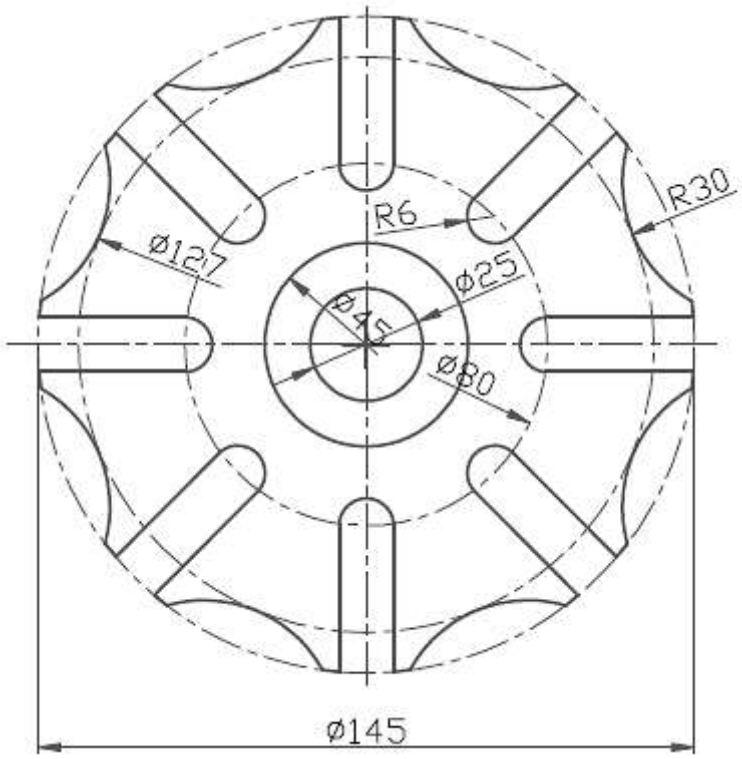
ใบงานที่ 3.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้งได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนวงกลม ø 25, 45, 80 และ 145 มม.
2. เขียนภาพต้นแบบ 1 ภาพ
3. ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพ จำนวน 8 ภาพ

ข้อเสนอแนะ

ใช้คำสั่ง Xfrom > Rotate คัดลอกภาพ

เวลาในการปฏิบัติงาน 40 นาที

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.3 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ **ชื่องาน :** งานเขียนเส้นและส่วนโค้ง 3	**หน่วยที่ 3** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 40 นาที**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนวงกลม ø 25, 45, 80 และ 145 มม.				
2	เขียนภาพต้นแบบ 1 ภาพ				
3	ใช้คำสั่ง Xfrom คัดลอกภาพ จำนวน 8 ภาพ				
4	ใช้คำสั่ง Trim ลบเส้นที่ไม่ต้องการ				
5	บอกขนาดครบทุกจุด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 3 เรื่อง การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

---

1. ง
2. ก
3. ข
4. ก
5. ก
6. ก
7. ก
8. ข
9. ก
10. ค
11. ข
12. ค
13. ข
14. ก

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. ถ้าต้องการให้แถบ Ribbon ปรากฏ ต้อง

เลือก Tool bar ใด

…✓ …… …… (1 คะแนน)

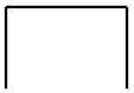
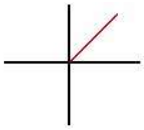
2. จากรูป เกิดจากคำสั่งย่อยของ Point คำสั่งย่อยใด…**Dynamic**.. (1 คะแนน)

3. ถ้าต้องการสร้างจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งหรือวงกลม ใช้คำสั่งย่อย Point คำสั่งใด

……**Position**…….. (1 คะแนน)

4. คำสั่งย่อยของ Line

ใช้สร้างเส้นแบบใด (1 คะแนน)

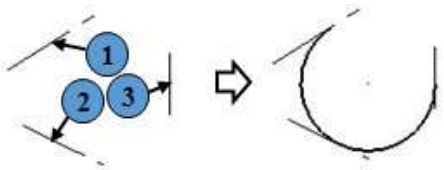
……  …✓ 

5. คำสั่งใดใช้สร้างส่วนโค้งหรือวงกลม ……**Arc**…….. (1 คะแนน)

6. จาก Tool bar

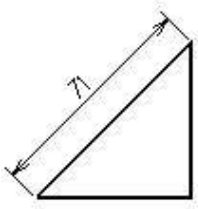
ใช้สร้างส่วนโค้งหรือวงกลม **วงกลม**..(1 คะแนน)

7. ถ้าคลิกเส้น 3 เส้นเพื่อสร้างส่วนโค้งดังรูป เป็นการใช้คำสั่งใด …**Arc 3 Point**…. (1 คะแนน)



8. คำสั่งลบมุมภาพชิ้นงานคือ……**Fillet**…….. (1 คะแนน)

9. คำสั่งลบมุมมนภาพชิ้นงานคือ……**Chamfer**…… (1 คะแนน)

10. การบอกขนาดดังภาพ ใช้  คำสั่งใดในการบอกขนาด

…**Parallel**… (1 คะแนน)

แผนการสอนที่ 5	หน่วยที่ 3
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 2**
หน่วยที่ 3 ชื่อหน่วย การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ
2. การเขียนข้อความ

สาระสำคัญ

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนแรกของการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมช่วยในกระบวนการผลิต คือการออกแบบ โปรแกรมมาสเตอร์แคมสามารถใช้ในการออกแบบและจัดการกระบวนการผลิตได้ในตัว การออกแบบโดยปกติจะเริ่มที่จุด Origin แต่ก็มีบางส่วนของแบบต้องหาจุดพิกัด (Point) ในการเขียนแบบ แบบงานจะประกอบด้วยเส้นตรงและส่วนโค้ง (Line and Arc) เพื่อความแข็งแรง สวยงามของชิ้นงานจะต้องทำงานลบมุม (Fillet and Chamfer Entities) เพื่อให้ผู้ผลิตทราบถึงขนาดของชิ้นงานในแบบจะต้องทำการบอกขนาด (Dimension) และข้อกำหนดอื่น ๆ ให้ผู้ผลิตทราบ

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ การเขียนข้อความ เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการเขียนภาพรูปทรง 2 มิติได้

1.2 อธิบายวิธีเขียนข้อความได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนเส้นและส่วนโค้งได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อการเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ การเขียนข้อความ (20 นาที)

ผู้สอนและนักศึกษาร่วมกันทบทวนเนื้อหาหน่วยที่ 3 สอนครั้งที่ 1

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเปิดโปรแกรมมาสเตอร์แคม แล้วเขียนภาพชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เขียนรูปหกเหลี่ยมภายในรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เขียนเส้นตรงเอียงมุม และเขียนส่วนโค้งที่มุมรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. จะเขียนรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยไม่ต้องเขียนเส้นทีละเส้น 4 เส้นมาต่อกันได้หรือไม่

2. รูปหกเหลี่ยมที่เห็นเขียนเป็นแปดเหลี่ยมได้ไหม

3. ลบมุมโดยไม่เขียนเส้นตรงเอียงมุมได้ไหม

4. ลบมุมมนด้วยคำสั่งอื่นแทนการเขียนส่วนโค้งได้หรือไม

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ

2.2 การเขียนข้อความ

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 10 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1 ใบงานที่ 3.5 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2 และใบงานที่ 3.6 งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 3.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1 (30 นาที) ใบงานที่ 3.5 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2 (30 นาที) และใบงานที่ 3.6 งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน (30 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติด้วยคำสั่ง Create (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.4 ใบงานที่ 3.5 และใบงานที่ 3.6 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

1.2 ใบงานที่ 3.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1

1.3 ใบงานที่ 3.5 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2

1.4 ใบงานที่ 3.6 งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแบบงานชิ้นส่วนเครื่องมือกล

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 2 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ แผ่นที่ 45-60

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.5 งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 2
3. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.6 งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน

4. แบบฝึกหัดท้ายบท
5. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
6. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์, AutoCAD 2017 : 2D Drafting สำหรับเขียนแบบ2มิติ สำนักพิมพ์ซีเอ็ด

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการใช้งานคำสั่ง Create
2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาเขียนแบบชิ้นส่วนเครื่องกลตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 3
	ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	**จำนวน 15 ชั่วโมง** **3 (5** : ท : 1 ป : 4**)**

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ก่อนจะถึงขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAM: Computer Aided Manufacturing) จะต้องทำการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAD: Computer Aided Design) มีหลายโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการออกแบบตามความถนัดของผู้ออกแบบ เช่น Solid Works, Auto Cad, Catia, Invento, Nx ฯ และสามารถนำเข้าแบบงานที่ออกแบบจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โปรแกรม Master Cam จะเป็นการดีหากใช้โปรแกรมเดียวทั้งขั้นตอนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพราะสามารถแก้ไขปรับแต่งแบบงานได้สะดวก การสร้างภาพชิ้นงานในหน่วยนี้จะกล่าวถึงการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ จากเส้นตรง เส้นโค้ง และวงกลมประกอบกันเป็นโครงร่างเพื่อสร้างพื้นผิว

"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการเขียนตัวอักษร 2 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=r3Lm7JrRhDc

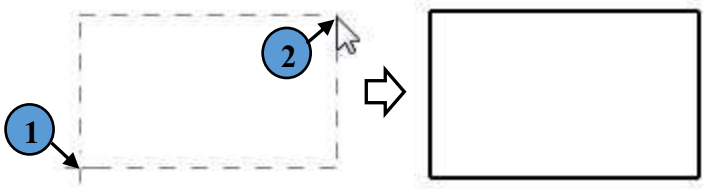
ภาพที่ 3.8 แสดงการใช้โปรแกรมมาสเตอร์แคมออกแบบตัวอักษร 2 มิติ
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=NZNN2-Ws_5U

4. การเขียนภาพรูปทรง 2 มิติ

เป็นการสร้างรูปทรง 2 มิติ มีลักษณะสำเร็จรูปในการสร้าง มีความสะดวกและรวดเร็วกว่าการสร้างด้วยคำสั่ง Line, Are คำสั่งการเขียนภาพรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ดังนี้

4.1 Rectangle

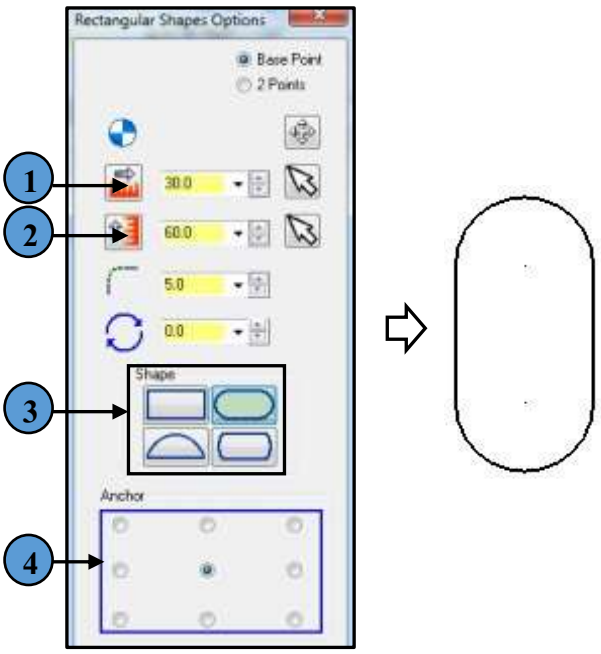
เป็นการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยคลิกมุมเริ่มต้น (1) คลิกมุมสิ้นสุด (2) แล้วใส่ค่าความกว้าง ความสูงที่ Ribbon bar



ภาพที่ 3.9 แสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากด้วยคำสั่ง Rectangle
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.2 Rectangular Shapes

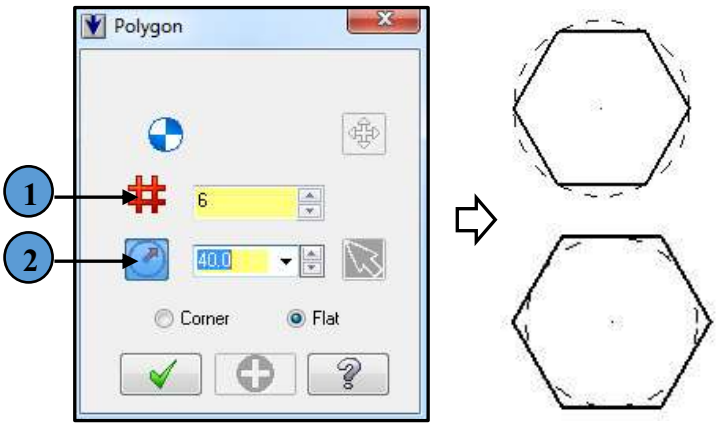
เป็นการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมจากรูปแบบที่กำหนด โดยที่กรอบสนทนากำหนดความกว้าง (1) กำหนดความสูง (2) กำหนดรูปทรงสี่เหลี่ยม (3) กำหนดจุดศูนย์การสร้างรูปทรง (4)



ภาพที่ 3.10 แสดงการสร้างรูปทรงสี่เหลี่ยมตามแบบที่กำหนดในด้วยคำสั่ง
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.3 Polygon

เป็นคำสั่งการสร้างรูปหลายเหลี่ยม โดยที่กรอบสนทนา กำหนดจำนวนเหลี่ยม (1) กำหนดรัศมีของวงกลม (2) กำหนดว่าต้องการให้เหลี่ยมนอกวงกลม (Flat) หรืออยู่ในวงกลม (Conner)

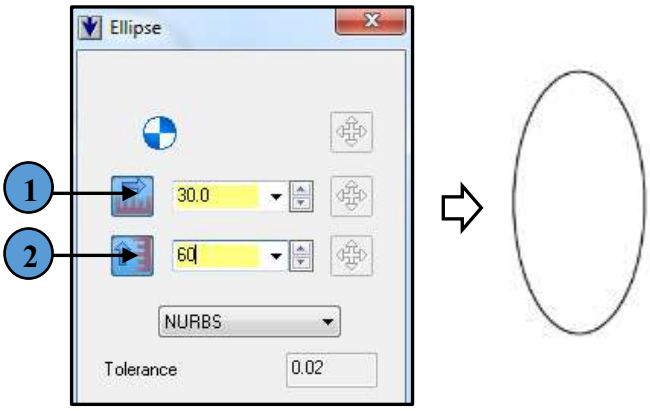


ภาพที่ 3.11 แสดงการสร้างรูปทรงหลายเหลี่ยมด้วยคำสั่ง Polygon

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.4 Ellipse

เป็นคำสั่งการสร้างรูปวงรี โดยที่กรอบสนทนากำหนดความกว้าง (1) กำหนดความสูง (2)

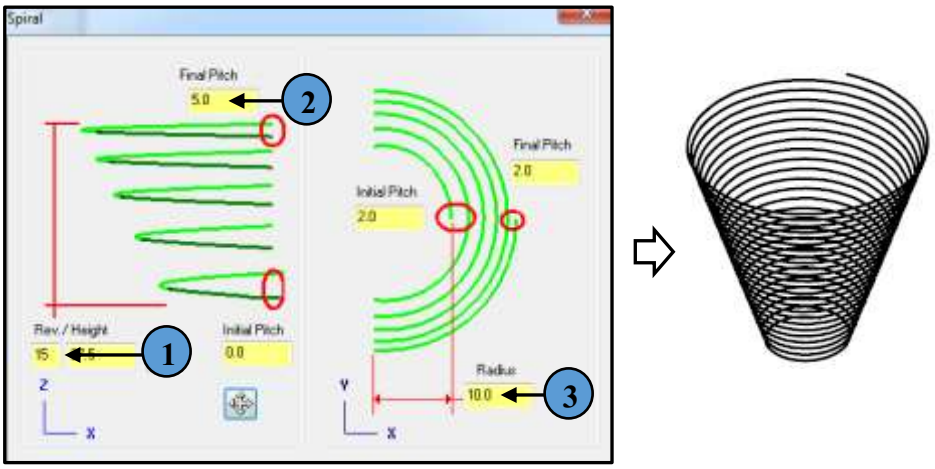


ภาพที่ 3.12 แสดงการสร้างรูปทรงหลายเหลี่ยมด้วยคำสั่ง Polygon

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.5 Spiral

เป็นการสร้างเส้นร่างขดลวดก้นหอย โดยที่กรอบสนทนากำหนดจำนวนขด (1) กำหนดระยะพิตช์ (2) และกำหนดรัศมีของขดลวดด้านเล็ก (3)

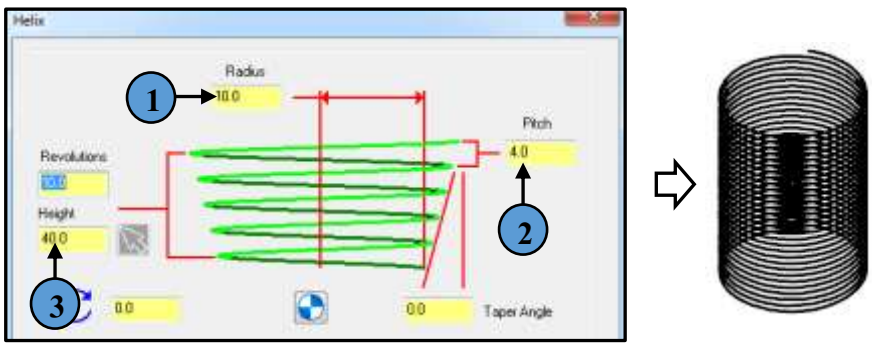


ภาพที่ 3.13 แสดงการสร้างรูปทรงขดลวดก้นหอย

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.6 Helix

เป็นการสร้างเส้นขดลวดหมุนเวียนสม่ำเสมอรูปทรงกระบอก โดยที่กรอบสนทนากำหนดรัศมีของทรงกระบอก (1) กำหนดระยะพิตช์ (2) กำหนดความสูง (3)

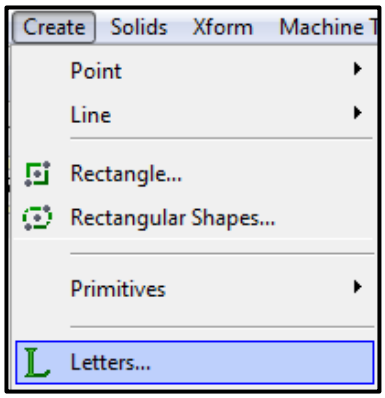


ภาพที่ 3.14 แสดงการสร้างเส้นขดลวดหมุนเวียนด้วยคำสั่ง Helix

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5. การเขียนตัวอักษร

งานกัดในบางกรณีไม่ได้กัดเฉพาะรูปทรงเรขาคณิตเท่านั้น เช่น งานกัดแม่พิมพ์พลาสติก (Mold) จะต้องกัดยี่ห้อขอผลิตภัณฑ์ซึ่งอาจจะเป็นรูปภาพ ตัวอักษรหรือตัวเลข การเขียนตัวอักษรด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ที่ Menu bar > Create > Letters เขียนได้ 2 แบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

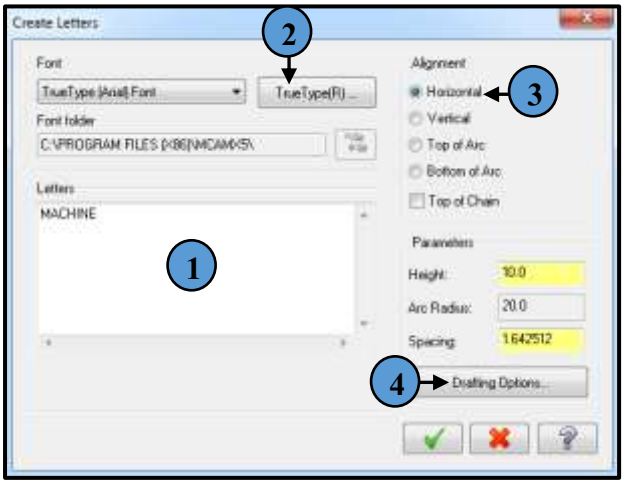


ภาพที่ 3.15 แสดงคำสั่งการเขียนตัวอักษรด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5.1 การเขียนตัวอักษรตามแนวแกน

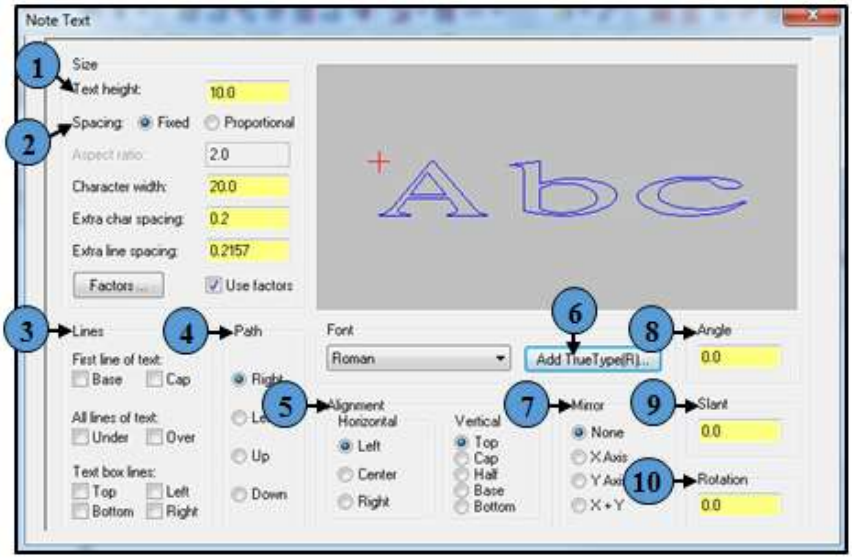
เป็นการเขียนข้อความตามแนวตั้ง (Vertical) หรือแนวนอน (Horizontal) มีขั้นตอนดังนี้

5.1.1 เขียนตัวอักษร เมื่อคลิก Letters ที่ Menu bar แล้วจะได้พื้นที่เขียนตัวอักษร (1) เลือกแบบตัวอักษร (True Type (Arial) Font (2)) เลือกแนวการวางตัวอักษรแนวนอน (Horizontal (3)) ตั้งค่าตัวอักษรที่ Drafting Options (4)



ภาพที่ 3.16 แสดงการเลือกแนวแกนตัวอักษร
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5.1.2 ปรับตั้งค่าตัวอักษร เมื่อคลิกตั้งค่าตัวอักษรที่ Drafting Options แล้วทำการตั้งค่าตัวอักษร ดังนี้



ภาพที่ 3.17 แสดงการตั้งค่าตัวอักษร
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

หมายเลข 1 Text height ความสูงตัวอักษร

หมายเลข 2 Spacing ระยะห่างระหว่างตัวอักษร เลือกได้ 2 แบบ ดังนี้

2.1 Fixed กำหนดด้วยความยาวของข้อความทั้งหมด ที่ Character width

2.2 Proportional กำหนดระยะห่างระหว่างตัวอักษร ที่ Aspect ratio

หมายเลข 3 Lines ตำแหน่งการขีดเส้นที่ข้อความ

หมายเลข 4 Path ทิศทางการเรียงตัวอักษร

หมายเลข 5 Alignment การวางแนวข้อความ

หมายเลข 6 Add True Type การเลือกรูปแบบตัวอักษรแบบอื่น ๆ

หมายเลข 7 Mirror การกลับด้านข้อความ

หมายเลข 8 Angle องศาการวางข้อความ

หมายเลข 9 Slant การเอียงตัวอักษร

หมายเลข 10 Rotation การหมุนตัวอักษร

5.1.3 วางข้อความ เมื่อตั้งค่าตัวอักษรเสร็จแล้ว คลิก O.K. คลิกตำแหน่งที่ต้องการวางข้อความที่ Graphic Area (1)

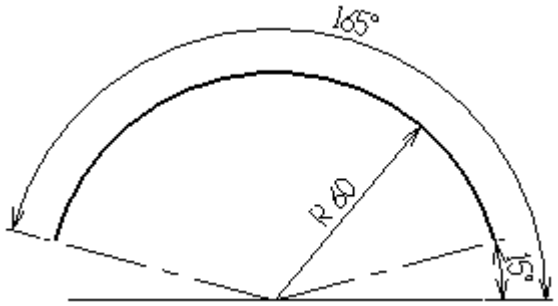
ภาพที่ 3.18 แสดงตัวอักษรที่เขียนตามแนวแกนนอนมีการตั้งค่าขีดเส้นใต้

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5.2 การเขียนตัวอักษรตามแนวเส้นร่าง

การเขียนตัวอักษรเพื่อให้เกิดความสวยงามและมีรูปแบบการวางข้อความที่หลากหลายการวางข้อความบนเส้นร่างจะทำให้ผู้ออกแบบได้ข้อความตามที่จินตนาการไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

5.2.1 เขียนเส้นร่างที่ต้องการวางข้อความ ด้วยคำสั่ง Create > Arc Polar



ภาพที่ 3.19 แสดงเส้นร่างที่ต้องการวางข้อความรัศมี 60

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

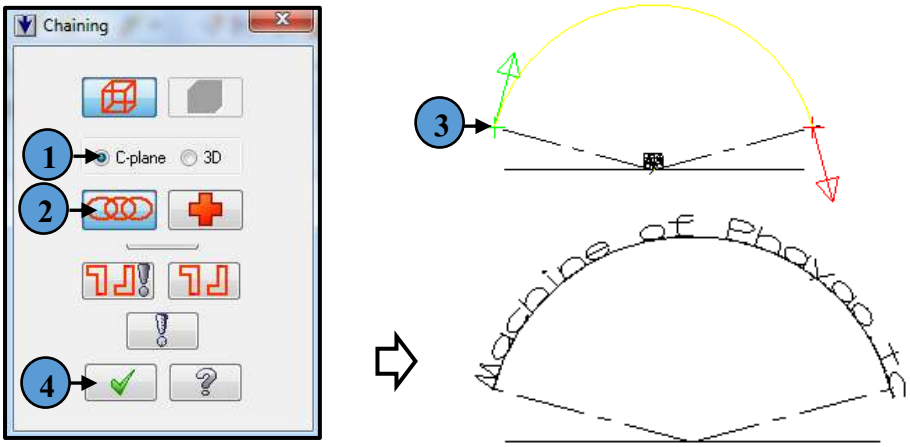
5.2.2 เขียนตัวอักษรและตั้งค่าตัวอักษร คลิก Letters ที่ Menu bar แล้วจะได้พื้นที่เขียนตัวอักษร (1) เลือกแบบตัวอักษร (Drafting (Stick) Font (2)) เลือกแนวการวางตัวอักษรบนเส้น

(Top of Chain (3)) กำหนดความสูงตัวอักษร (Height (4)) กำหนดระยะห่างระหว่างตัวอักษร (Spacing (5)) คลิก O.K (6)

ภาพที่ 3.20 แสดงการเขียนตัวอักษรและตั้งค่าตัวอักษร

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5.2.3 วางข้อความบนเส้นร่าง เมื่อเขียนตัวอักษรและตั้งค่าเสร็จแล้ว กำหนดเลือกเส้นที่อยู่ในระนาบเดียวกัน (C-plane (1)) เลือกเส้นวางแบบต่อเนื่อง (Chain (2)) คลิกตำแหน่งวางข้อความบนเส้นร่างให้ลูกศรมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา (3) คลิก O.K (4)



ภาพที่ 3.21 แสดงขั้นตอนการวางข้อความบนเส้นร่าง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. จากภาพชิ้นงานจงจับคู่คำสั่งที่ใช้สร้างภาพชิ้นงาน (5 คะแนน)

……. 1.1

……. 1.2

……. 1.3

……. 1.4

……. 1.5

A. Surface Ruled
B. Surface Revolved
C. Rectangular Shapes
D. Helix
E. Spiral
F. Polygon
G. Ellipse

2. ให้นักศึกษาบอกความหมายการปรับตั้งค่าการเขียนตัวอักษรต่อไปนี้ (5 คะแนน)

2.1 Spacing หมายถึง …….
2.2 Path หมายถึง …….
2.3 Alignment หมายถึง …….
2.4 Add True Type หมายถึง …….
2.5 Angle หมายถึง …….

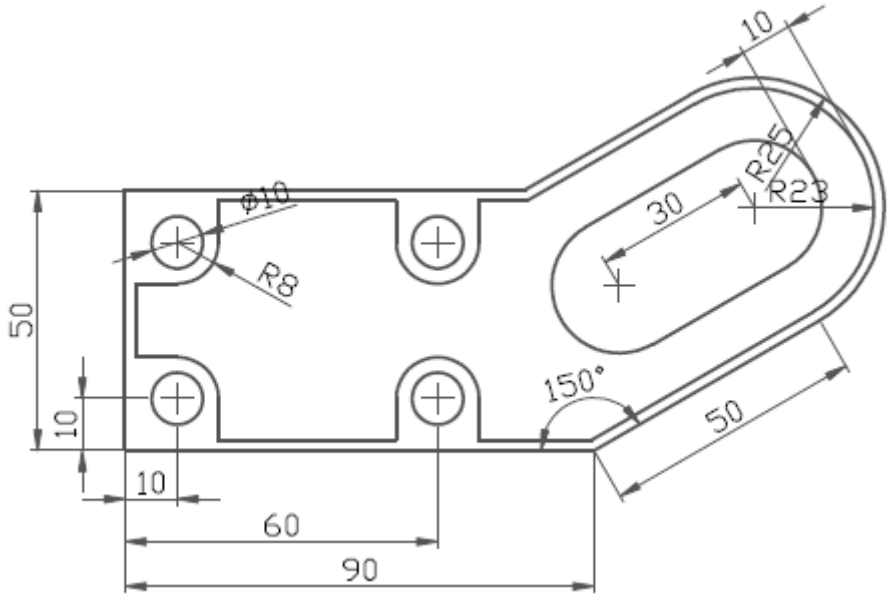
ใบงานที่ 3.4

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนภาพรูปทรง 2 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนเส้นรอบรูป
2. Offset เส้นรอบรูป
3. สร้างรูปสี่เหลี่ยมสำเร็จปลายมน
4. Trim ตัดเส้นที่ไม่ต้องการ

ข้อเสนอแนะ

ใช้คำสั่ง Trim 3 Entities ตัดเส้นที่ไม่ต้องการ

เวลาในการปฏิบัติงาน 30 นาที

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.4

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 4

หน่วยที่ 3
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 30 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนเส้นรอบรูป				
2	เขียนวงกลม Offset เส้นรอบรูป				
3	สร้างรูปสี่เหลี่ยมสำเร็จปลายมน				
4	Trim ตัดเส้นที่ไม่ต้องการ				
5	บอกขนาด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

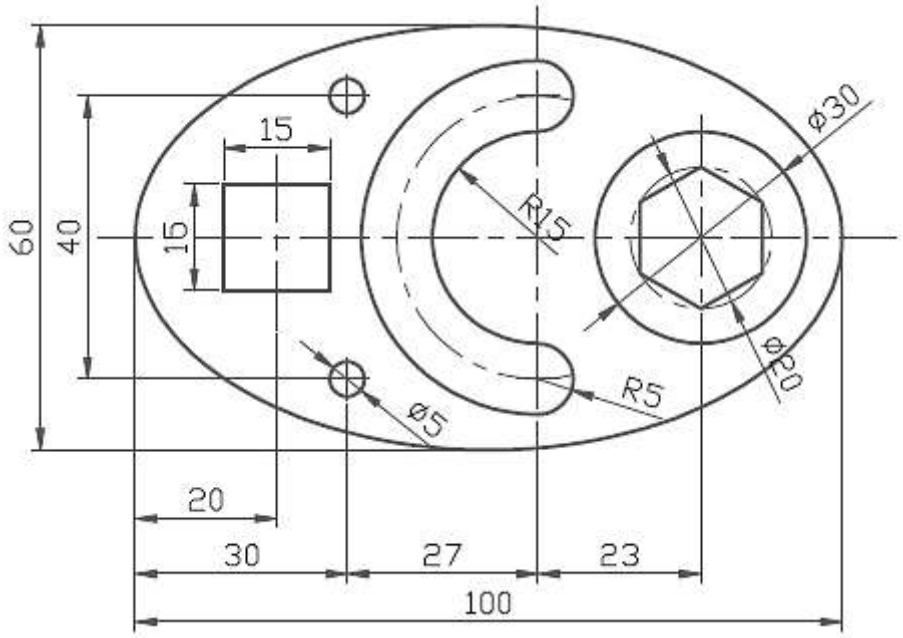
ใบงานที่ 3.5

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 5

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนภาพรูปทรง 2 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนรูปวงรี
2. เขียนส่วนโค้ง R 15
3. เขียนภาพ 6 เหลี่ยม
4. บอกขนาด

ข้อเสนอแนะ

เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่งEllipse, Polygon, Are, Rectangular Shapes

เวลาในการปฏิบัติงาน 30 นาที

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.5 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม **ชื่องาน :** งานสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ 5	**หน่วยที่ 2** **สอนครั้งที่ 2** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 30 นาที**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนรูปวงรี ยาว 100 มม. สูง 60 มม.				
2	เขียนส่วนโค้ง R 15				
3	เขียนภาพ 6 เหลี่ยม				
4	บอกขนาด				
5	ตั้งค่าเส้นตามใบงาน				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

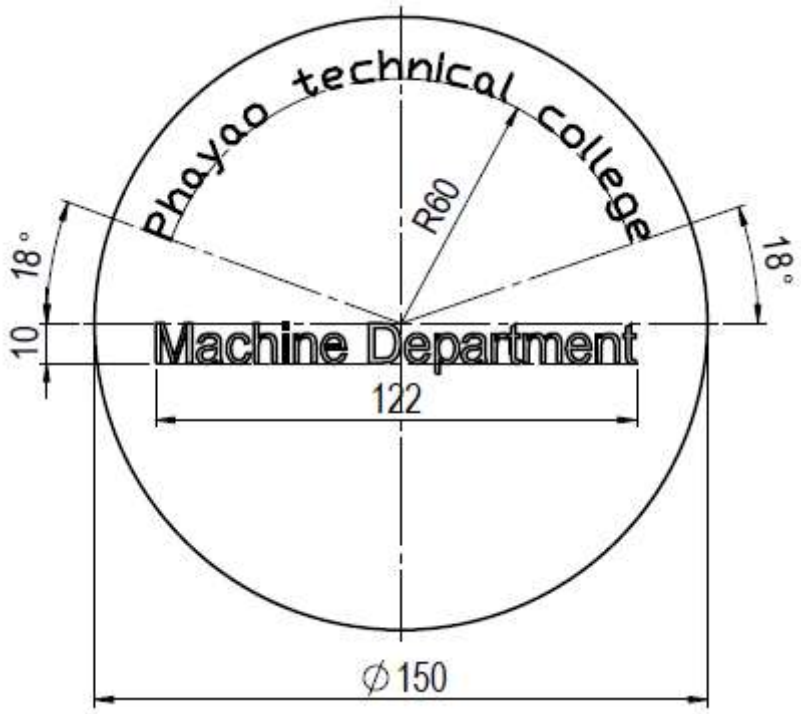
ใบงานที่ 3.6

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Create เขียนภาพรูปทรง 2 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนวงกลม ø 150 มม.
2. เขียนข้อความ Machine Department
3. เขียนส่วนโค้ง R 60
4. เขียนข้อความ Phayao Technical College

ข้อเสนอแนะ

คำสั่งเขียนข้อความ Create > Letters

เวลาในการปฏิบัติงาน 30 นาที

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.6
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม
ชื่องาน : งานเขียนข้อความบนชิ้นงาน

หน่วยที่ 3
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 30 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนวงกลม ø 150 มม.				
2	เขียนข้อความ Machine Department				
3	เขียนส่วนโค้ง R 60				
4	เขียนข้อความ Phayao Technical College				
5	จัดวางตำแหน่งข้อความได้ตามแบบ				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
ผู้สอน

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. จากภาพชิ้นงานจงจับคู่คำสั่งที่ใช้สร้างภาพชิ้นงาน (5 คะแนน)

…**M**…. 1.1

…**J**….. 1.2

…**K**….. 1.3

…**J**..…. 1.4

…**L**….. 1.5

H. Surface Ruled
I. Surface Revolved
J. Rectangular Shapes
K. Helix
L. Spiral
M. Polygon
N. Ellipse

2. ให้นักศึกษาบอกความหมายการปรับตั้งค่าการเขียนตัวอักษรต่อไปนี้ (5 คะแนน)

2.1 Spacing	หมายถึง **ระยะห่างระหว่างตัวอักษร**
2.2 Path	หมายถึง **ทิศทางการเรียงตัวอักษร**
2.3 Alignment	หมายถึง **การวางแนวข้อความ**
2.4 Add True Type	หมายถึง **การเลือกรูปแบบตัวอักษร**
2.5 Angle	หมายถึง **องศาการวางข้อความ**

แผนการสอนที่ 6	หน่วยที่ 3
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 3**
หน่วยที่ 3 ชื่อหน่วย การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

การเขียนภาพพื้นผิว

สาระสำคัญ

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนแรกของการใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคมช่วยในกระบวนการผลิต คือการออกแบบ โปรแกรมมาสเตอร์แคมสามารถใช้ในการออกแบบและจัดการกระบวนการผลิตได้ในตัว การออกแบบโดยปกติจะเริ่มที่จุด Origin แต่ก็มีบางส่วนของแบบต้องหาจุดพิกัด (Point) ในการเขียนแบบ แบบงานจะประกอบด้วยเส้นตรงและส่วนโค้ง (Line and Arc) เพื่อความแข็งแรง สวยงามของชิ้นงานจะต้องทำงานลบมุม (Fillet and Chamfer Entities) เพื่อให้ผู้ผลิตทราบถึงขนาดของชิ้นงานในแบบจะต้องทำการบอกขนาด (Dimension) และข้อกำหนดอื่น ๆ ให้ผู้ผลิตทราบ

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนภาพพื้นผิว เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. **ด้านความรู้ (K)** นักศึกษา…

   อธิบายการใช้งานคำสั่งเขียนภาพพื้นผิวได้

2. **ด้านทักษะ (S)** นักศึกษา…

   ใช้งานคำสั่ง Surface เขียนภาพพื้นผิวได้

3. **ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)** นักศึกษา…

   3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

   3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

   3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอน หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ แจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หัวข้อการใช้งานคำสั่งการเขียนภาพพื้นผิว (10 นาที)

นักศึกษาทบทวนเนื้อหน่วยที่ 3 สอนครั้งที่ 2 (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเปิดโปรแกรมมาสเตอร์แคม แล้วเขียนภาพท่อวนเป็นก้นหอย ให้นักศึกษาดู ตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. นักศึกษาเขียนรูปท่อดังตัวอย่างได้หรือไม่

2. นักศึกษาเคยฝึกเขียนรูปลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 3 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง การเขียนภาพพื้นผิว

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 10 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.7 งานเขียนภาพพื้นผิว 1 ใบงานที่ 3.8 งานเขียนภาพพื้นผิว 2 (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 3.7 งานเขียนภาพพื้นผิว 1 (30 นาที) ใบงานที่ 3.8 งานเขียนภาพพื้นผิว 2 (60 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการเขียนภาพพื้นผิวด้วยคำสั่ง Surface (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 3.7 และใบงานที่ 3.8 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

1.2 ใบงานที่ 3.7 งานเขียนภาพพื้นผิว 1

1.3 ใบงานที่ 3.2 งานเขียนภาพพื้นผิว 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแบบงานชิ้นส่วนเครื่องมือกล

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 3 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน2มิติ ที่ 61-72

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.7 งานเขียนภาพพื้นผิว 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 3.8 งานเขียนภาพพื้นผิว 2
3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
5. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

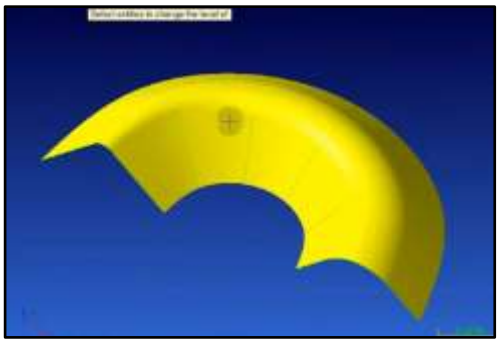
ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี, SolidWorks : Advanced Surface Modeling ชิ้นงานพื้นผิวขั้นสูง (PDF) สำนักพิมพ์ซีเอ็ด

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการใช้งานคำสั่ง Ruled/Lofted, Revolved, Offset, Swept, Draft, Extruded, Fillet และ Trim
2. ผู้สอนให้นักศึกษาซักถามการเขียนภาพพื้นผิวที่ผู้สอนสาธิต

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ	**หน่วยที่ 3** **จำนวน 15 ชั่วโมง** **3 (5** : ท : 1 ป : 4**)**

การออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ก่อนจะถึงขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAM: Computer Aided Manufacturing) จะต้องทำการออกแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (CAD: Computer Aided Design) มีหลายโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในการออกแบบตามความถนัดของผู้ออกแบบ เช่น Solid Works, Auto Cad, Catia, Invento, Nx ฯ และสามารถนำเข้าแบบงานที่ออกแบบจากโปรแกรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โปรแกรม Master Cam จะเป็นการดีหากใช้โปรแกรมเดียวทั้งขั้นตอนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพราะสามารถแก้ไขปรับแต่งแบบงานได้สะดวก การสร้างภาพชิ้นงานในหน่วยนี้จะกล่าวถึงการสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ จากเส้นตรง เส้นโค้ง และวงกลมประกอบกันเป็นโครงร่างเพื่อสร้างพื้นผิว



“เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการเขียนภาพพื้นผิว นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์”

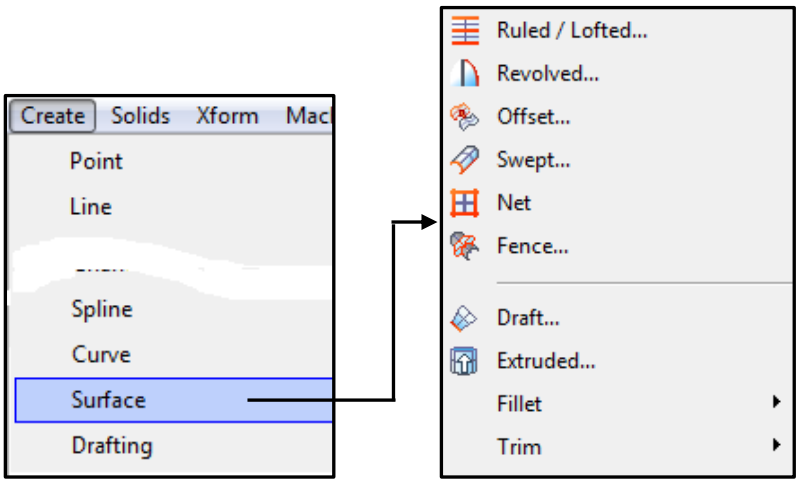
https://www.youtube.com/watch?v=r3Lm7JrRhDc

ภาพที่ 3.22 แสดงภาพพื้นผิว

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=r3Lm7JrRhDc

6. การสร้างภาพพื้นผิว

การสร้างภาพพื้นผิว (Surface) เป็นการสร้างพื้นผิวของรูปร่าง 3 มิติ ที่มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายกับแผ่นกระดาษ โดยจะมีขอบเขตที่เรียกว่า Wire frame ซึ่งทำหน้าที่เป็นโครงให้กับพื้นผิว คล้ายกับการสร้างว่าวที่ต้องมีโครงก่อนที่จะเอากระดาษมาแปะทับไปตามโครง กระดาษก็คือ Surface โครงของว่าว ก็คือ Wire frame นั่นเอง

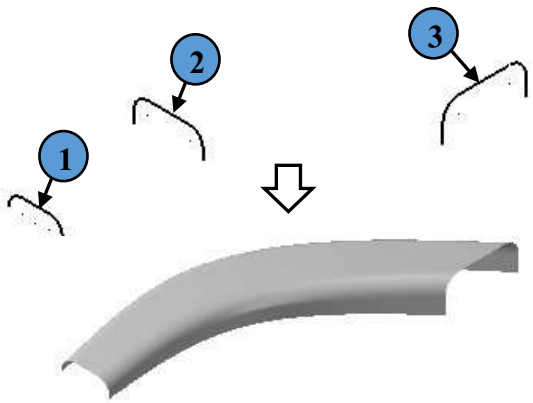


ภาพที่ 3.23 แสดงคำสั่งการสร้างภาพพื้นผิว 3 มิติ Menu bar > Create Surface

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.1 Ruled/Lofted

เป็นคำสั่งสร้างพื้นผิวจากเส้นตรงหรือเส้นโค้งอย่างน้อย 2 เส้นหรือมากกว่านั้นซึ่งโปรแกรมจะคำนวณการผสมผสานพื้นผิวให้เกิดความราบเรียบของพื้นผิว โดยการคลิกเส้นโครงร่าง (1) (2) (3)

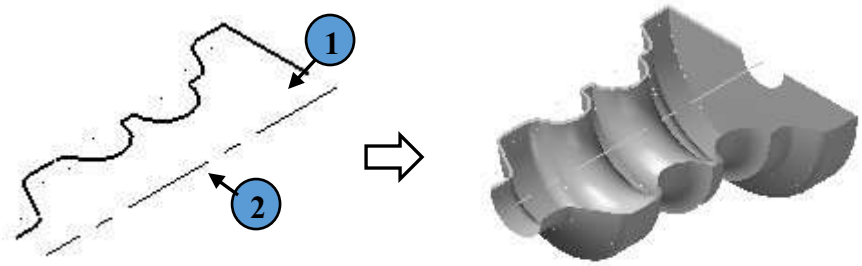


ภาพที่ 3.24 แสดงการสร้างภาพพื้นผิว 3 มิติ จากคำสั่ง Ruled/Lofted

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.2 Revolved

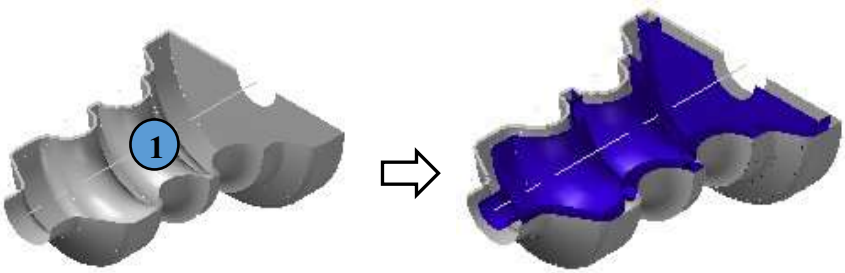
เป็นคำสั่งสร้างพื้นผิวโดยใช้เส้นต่อเนื่องหมุนรอบแกน โดยคลิกเส้นร่างต่อเนื่อง (1 OK) แล้วคลิกแกนที่ต้องการให้เส้นร่างหมุนรอบ (2 OK)



ภาพที่ 3.25 แสดงการสร้างภาพพื้นผิว 3 มิติ หมุนรอบแกนด้วยคำสั่ง Revolved
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.3 Offset

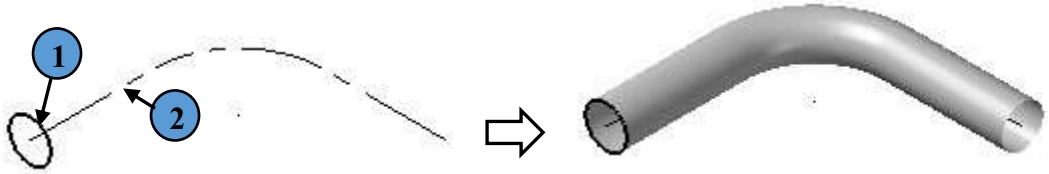
เป็นคำสั่งคัดลอกภาพพื้นผิวจากพื้นผิวเดิมไปตามระยะและทิศทางที่ต้องการ โดยเลือกพื้นผิวเดิม (1) และกำหนดระยะทางและทิศทางการคัดลอกที่ Ribbon bar



ภาพที่ 3.26 แสดงการคัดลอกภาพพื้นผิว 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Offset
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.4 Swept

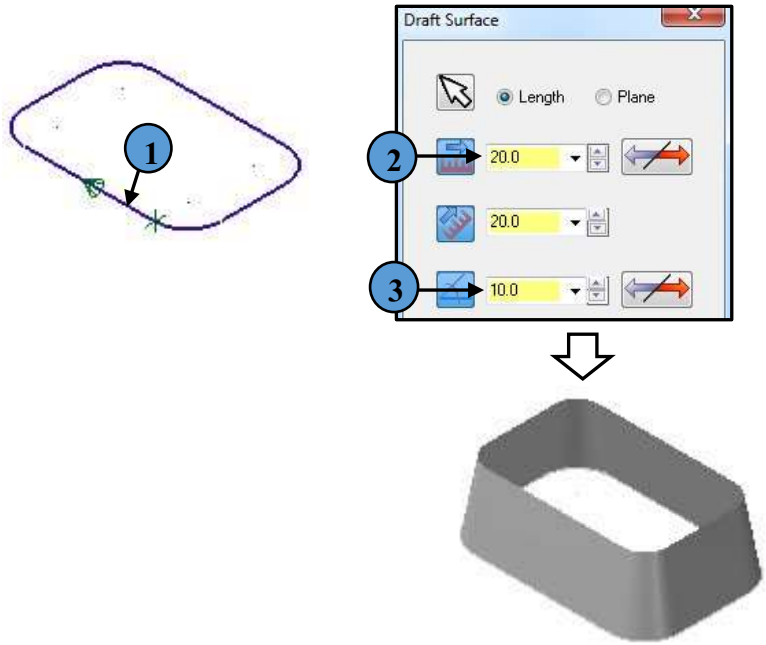
เป็นการสร้างภาพพื้นผิวจากเส้นรอบรูปให้วิ่งไปตามเส้นวิ่ง โดยคลิกเส้นต่อเนื่อง (1 OK) แล้วคลิกเส้นทางวิ่ง (2 OK)



ภาพที่ 3.27 แสดงการสร้างภาพพื้นผิว 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Swept
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.5 Draft

เป็นคำสั่งสร้างพื้นผิวจากเส้นรอบรูปยืดเป็นผิวบาง โดยต้องกำหนดความยาวผิวที่ยืดออกและยังสามารถกำหนดมุมให้ยืดเอียงเป็นมุมเอียงได้ โดยคลิกเลือกเส้นรอบรูป (1) ที่กรอบสนทนา กำหนดระยะยืด (2) กำหนดมุมเอียงการยืด (3)

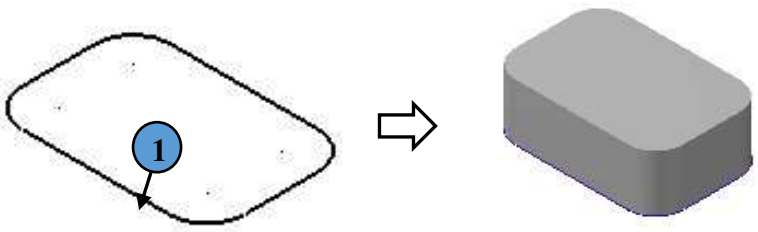


ภาพที่ 3.28 แสดงการสร้างภาพพื้นผิว 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Swept

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.6 Extruded

เป็นคำสั่งยืดก้อนวัตถุจากเส้นรอบรูปโดยการคลิกเส้นรอบรูป (1) กำหนดระยะและทิศทางการยืดที่กรอบสนทนา

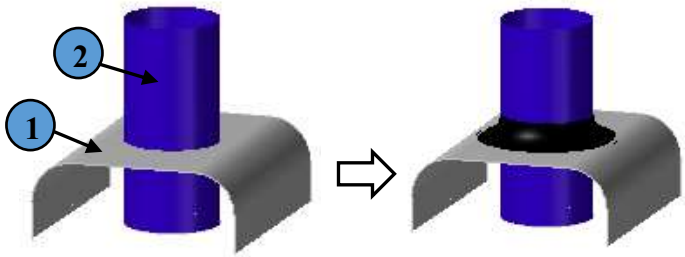


ภาพที่ 3.29 แสดงการยืดก้อนวัตถุ 3 มิติ จากเส้นรอบรูปด้วยคำสั่ง Extruded

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.7 Fillet

เป็นคำสั่งลบมุมมนระหว่างพื้นผิวกับพื้นผิวหรือพื้นผิวกับพื้นราบ หรือพื้นผิวกับผิวโค้ง การลบมุมมนด้วยคำสั่ง Fillet To Surfaces โดยการคลิกพื้นผิว (1 OK) แล้วคลิกพื้นผิว (2 OK)

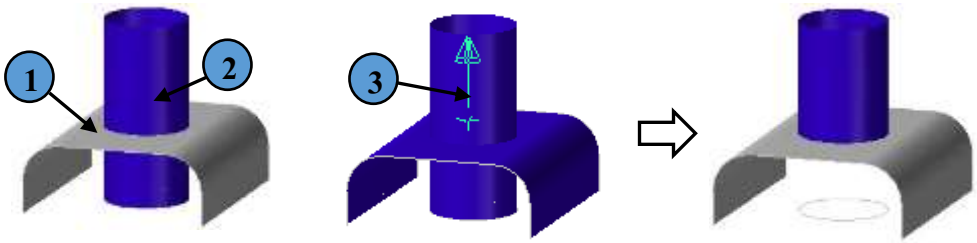


ภาพที่ 3.30 แสดงการลบมุมมนพื้นผิวด้วยคำสั่ง Fillet To Surfaces

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.8 Trim

เป็นคำสั่งตัดพื้นผิวระหว่างพื้นผิวกับพื้นผิวหรือพื้นผิวกับพื้นราบ หรือพื้นผิวกับผิวโค้ง การพื้นผิวด้วยคำสั่ง Trim To Surfaces โดยการคลิกพื้นผิวตัด (1 > OK) แล้วคลิกพื้นผิวที่ต้องการตัด (2 > Ok) และลากลูกศรชี้ไปทิศทางที่ต้องการเก็บพื้นผิวไว้ (3 > OK)

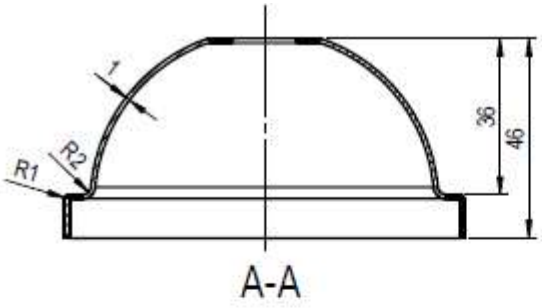


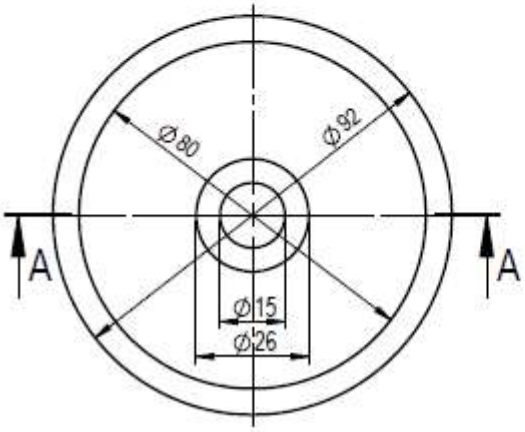
ภาพที่ 3.31 แสดงการลบมุมมนพื้นผิวด้วยคำสั่ง Fillet To Surfaces

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

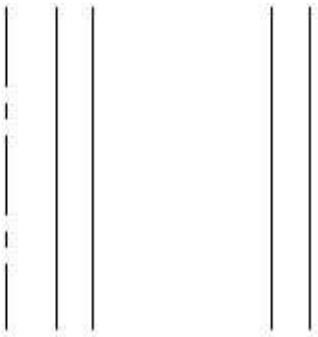
แบบฝึกปฏิบัติที่ 3.1
เรื่อง การสร้างภาพพื้นผิว

คำสั่ง : ให้นักศึกษาเขียนภาพฝาปิดแก้วชาเขียวตามขั้นตอน ดังนี้

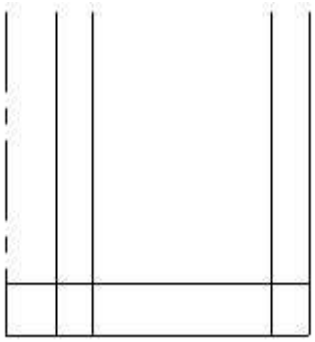




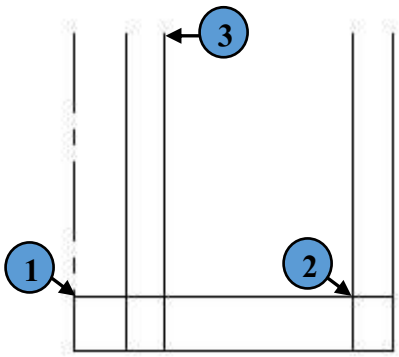
1. มุมมอง Front เส้นผ่านศูนย์กลางยาว 46 มม. แล้ว Offset เส้นผ่านศูนย์กลาง ออกไป จำนวน 4 เส้นระยะ 7.5, 13, 40, 46 ตามลำดับ

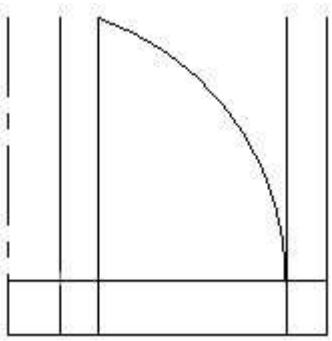


2. เขียนเส้นแนวนอนที่ก้นแก้ว แล้ว Offset ขึ้นบนจำนวน 1 เส้น ระยะ 8 มม.

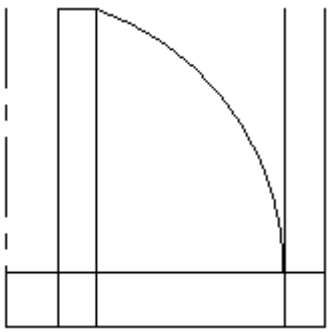


3. เขียนส่วนโค้งด้วยคำสั่ง Arc Polar โดยคลิกที่จุด (1), (2), (3) ตามลำดับ

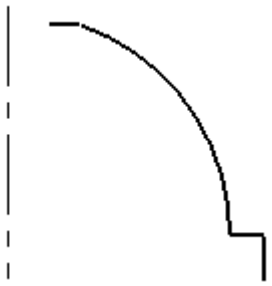




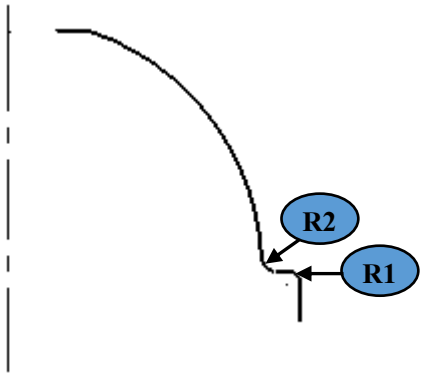
4. เขียนเส้นตรงปิดระหว่าง



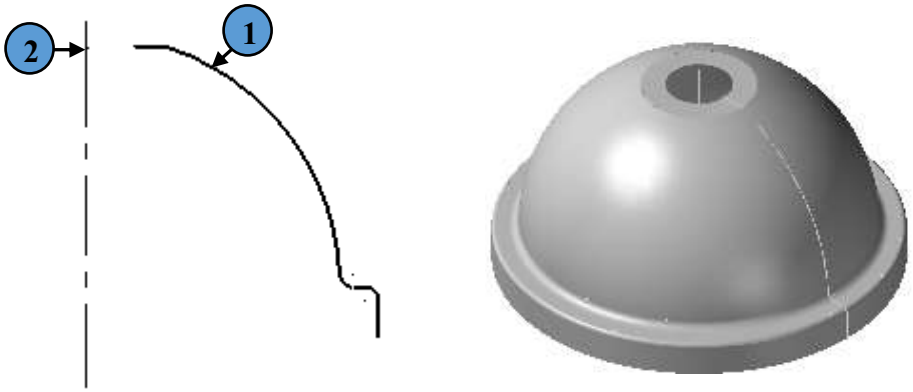
5. ใช้คำสั่ง Trim Divide/Delete ตัดเส้นที่ไม่ต้องการ ให้ได้ภาพโครงร่าง



6. ใช้คำสั่ง Create Fillet ลบมุมมน R2 และ R1

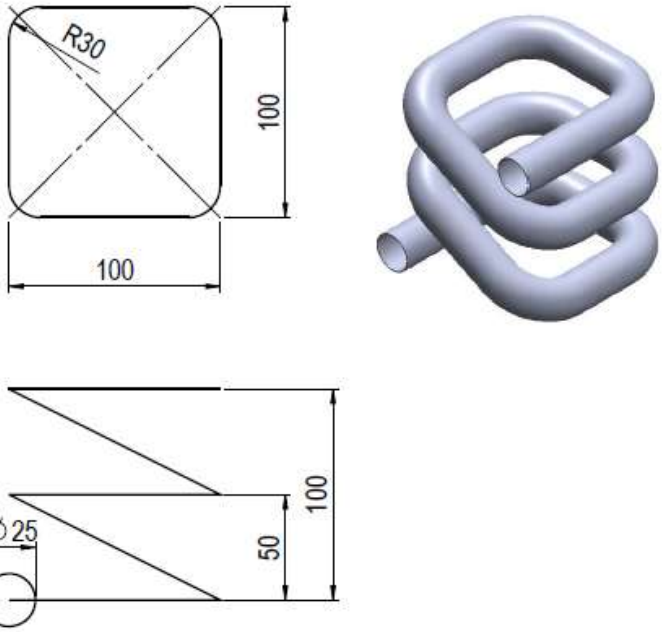


7. ใช้คำสั่ง Surface Revolved คลิกเส้นร่าง (1) คลิกแกนหมุน (2)

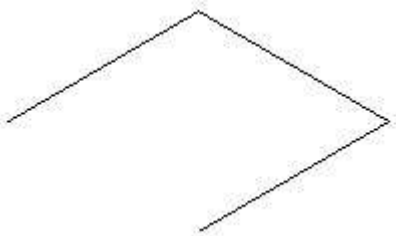


แบบฝึกปฏิบัติที่ 3.2
เรื่อง การสร้างภาพพื้นผิว

คำสั่ง : ให้นักศึกษาเขียนภาพท่อน้ำ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

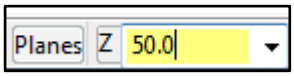


1. มุมมอง Top เขียนรูปตัว U ความยาวด้านละ 100 มม.

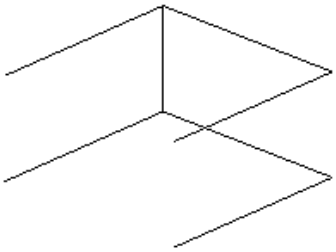


2. มุมมอง Front เขียนเส้นตั้งสูง 50 มม.

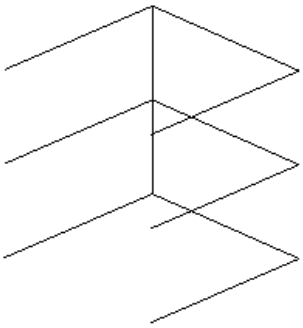
3. คลิกที่ WCS Top

กำหนดระยะ 50 ที่ Status Planes Z = 50


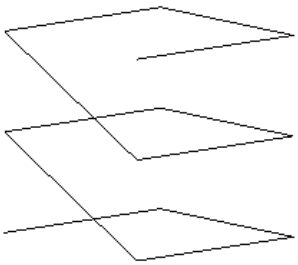
แล้วคลิกมุมมอง Top เขียนรูปตัว U ความยาวด้านละ 100 มม.



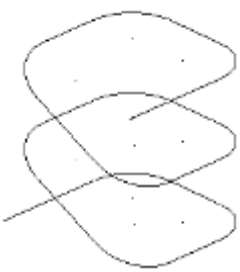
4. ทำซ้ำข้อ 3 แต่เปลี่ยน Status Planes Z = 100 แล้วเขียนรูปตัว U



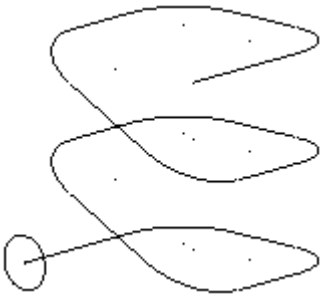
มุมมอง Front ลบเส้นตั้ง แล้วเขียนเส้นเชื่อมตัว U ชั้นที่ 1 ไป 2 และ 2 ไป 3



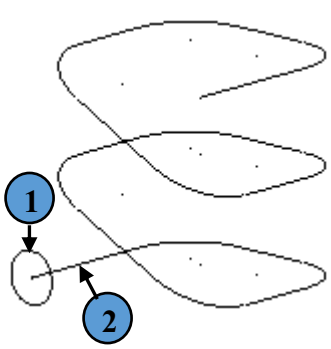
5. ใช้คำสั่ง Create Fillet ลบมุมมนตัวยู R30

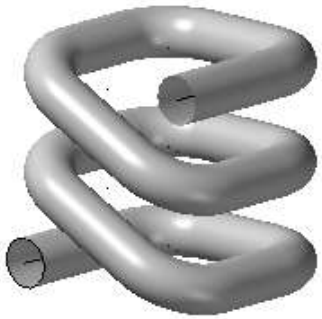


6. มุมมอง Front เขียนวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม.



7. ใช้คำสั่ง Surface Swept คลิกรูปหน้าตัดวงกลม (1 OK) แล้วคลิกเส้นทางวิ่ง (2 OK)





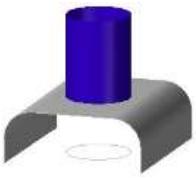
แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 3
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

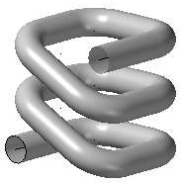
จากภาพชิ้นงานจงจับคู่คำสั่งที่ใช้สร้างภาพชิ้นงาน (5 คะแนน)

……. 1.

……. 2.

……. 3. 

……. 4.

……. 5. 

A. Surface Ruled
B. Surface Revolved
C. Surface Extruded
D. Surface Draft
E. Surface Swept
F. Surface Fillet
G. Surface Trim

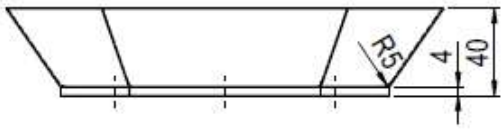
ใบงานที่ 3.7

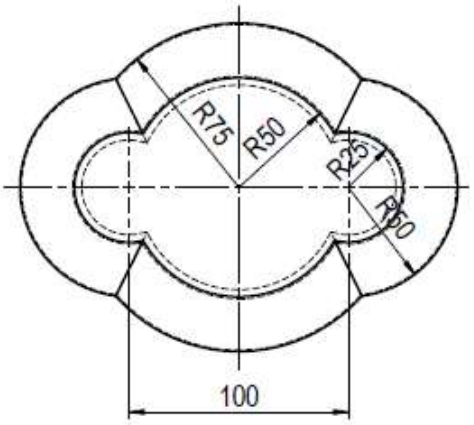
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนภาพพื้นผิว 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Surface เขียนภาพพื้นผิวได้





เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนเส้นร่างด้านใน และด้านนอก
2. Move เส้นโครงร่างด้านนอกยกขึ้น Z36
3. Copy เส้นโครงร่างด้านในลง –Z4
4. สร้างถ้วย

ข้อเสนอแนะ

1. สร้างถ้วยด้วยคำสั่ง Surface Ruled > Lofted
2. สร้างก้นถ้วยด้วยคำสั่ง Flat Boundary

เวลาในการปฏิบัติงาน 30 นาที

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.7

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ชื่องาน : งานเขียนภาพพื้นผิว 1

หน่วยที่ 3
สอนครั้งที่ 3
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 30 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนเส้นร่างด้านใน และด้านนอก				
2	Move เส้นโครงร่างด้านนอกยกขึ้น Z36				
3	Copy เส้นโครงร่างด้านในลง –Z4				
4	สร้างพื้นผิวผนังถ้วย				
5	สร้างก้นถ้วย				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

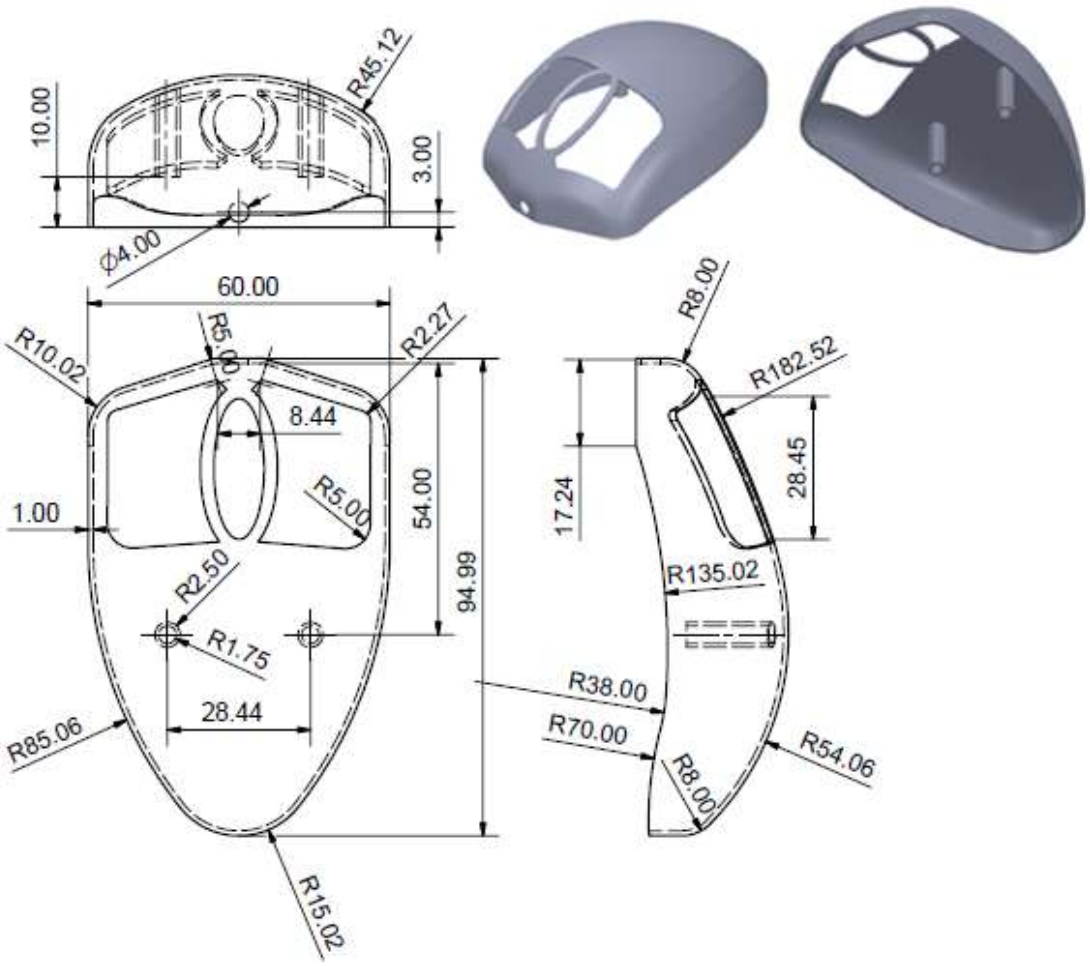
ใบงานที่ 3.8

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานเขียนภาพพื้นผิว 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Surface เขียนภาพพื้นผิวได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนเส้นร่าง
2. สร้างพื้นผิว
3. ตัดผิวส่วนที่ไม่ต้องการออก
4. ยืดวงกลม ø 5 มม.

ข้อเสนอแนะ

1. สร้างพื้นผิวคำสั่ง Surface Ruled > Lofted
2. ตัดผิวส่วนที่ไม่ต้องการออกด้วยคำสั่ง Trim
3. ยืดวงกลม ø 5 มม. ด้วยคำสั่ง Extruded

เวลาในการปฏิบัติงาน 1 ชั่วโมง

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 3.8

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การใช้งานโปรแกรมมาสเตอร์แคม

ชื่องาน : งานเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ 3

หน่วยที่ 3
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชั่วโมง

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนเส้นร่าง				
2	สร้างพื้นผิว				
3	ตัดผิวส่วนที่ไม่ต้องการออก				
4	ยืดวงกลม ø 5 มม.				
5	บอกขนาด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

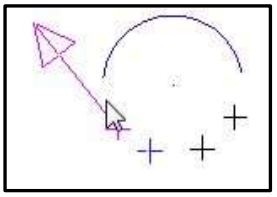
(.....)

ผู้สอน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

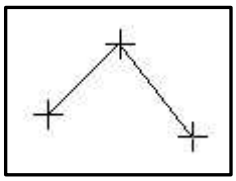
ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ถ้าต้องการให้เกิดจุดบนเส้นตรงหรือส่วนโค้งที่มีระยะห่างเท่าๆ กันดังภาพใช้คำสั่งPoint ชนิดใด



ก. End Point
ข. Point Dynamic
ค. Small Point
ง. Point Segment

2. จากภาพเป็นการสร้างจากคำสั่ง Point ชนิดใด



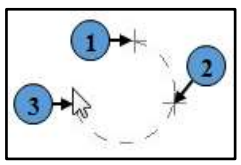
ก. Point
ข. Point Dynamic
ค. Small Point
ง. Point Segment

จากตัวเลือกใช้ตอบคำถามการสร้างรูปวงกลมและส่วนโค้ง 3 – 4

ก. Arc 3 Point
ข. Arc Endpoint
ค. Circle End Point
ง. Circle End Point

3.

จากรูปสร้างจากคำสั่งใดของ Arc (ข)

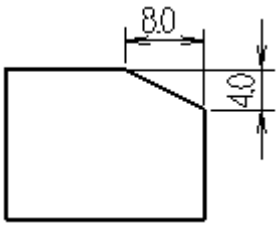
4. 

จากรูปสร้างจากคำสั่งใดของ Arc (ก)

5. คำสั่งใดของ Create ใช้ลบมุมมนที่ละมุม

ก. Fillet Single
ข. Fillet Chain
ค. Fillet One / One
ง. Fillet Entities

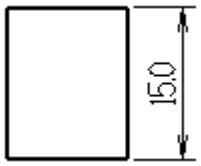
6. จากรูปเป็นการลบมุม (Chamfer) แบบใด



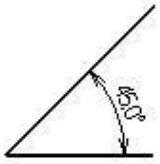
ก. Width
ข. 1 Distance
ค. 2 Distances
ง. Distances / Angle

จากตัวเลือกใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับการบอกขนาด (Dimension) ข้อ 7 – 9

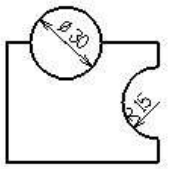
ก. Circular
ข. Vertical
ค. Parallel
ง. Angular

7. 

จากรูปเป็นการบอกขนาดด้วยคำสั่งใด

8. 

จากรูปเป็นการบอกขนาดด้วยคำสั่งใด

9. 

จากรูปเป็นการบอกขนาดด้วยคำสั่งใด

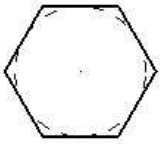
10. คำสั่งใดต่อไปนี้ใช้เขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ

ก. Line End Point
ข. Arc Polar
ค. Rectangle
ง. Circle

จากตัวตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามการเขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ข้อ 11-12

ก. Rectangular Shapes ข. Polygon

ค. Helix ง. Ellipse

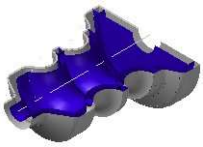
11.  จากรูปเป็นการเขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ด้วยคำสั่งใด

12. จากรูปเป็นการเขียนรูปทรงสำเร็จรูป 2 มิติ ด้วยคำสั่งใด

จากตัวตัวเลือกต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามการสร้างภาพพื้นผิว ข้อ 13 - 14

ก. Draft ข. Offset

ค. Revolved ง. Spiral

13.  ภาพพื้นผิว 2 ชั้นสร้างจากคำสั่งใด

14. ภาพพื้นผิวเอียงมุมสร้างจากคำสั่งใด

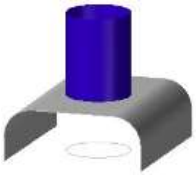
เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 3
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

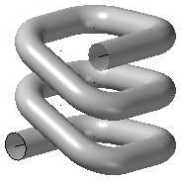
จากภาพชิ้นงานจงจับคู่คำสั่งที่ใช้สร้างภาพชิ้นงาน (5 คะแนน)

…**B**…. 1.

…**D**…. 2.

…**G**…. 3. 

…**C**…. 4.

…**E**…. 5. 

H. Surface Ruled
I. Surface Revolved
J. Surface Extruded
K. Surface Draft
L. Surface Swept
M. Surface Fillet
N. Surface Trim

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 3 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 2 มิติ

---

1. ข
2. ก
3. ค
4. ก
5. ง
6. ค
7. ข
8. ง
9. ก
10. ค
11. ข
12. ง
13. ข
14. ง

โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 4

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005

ชื่อหน่วย : การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ **จำนวน** 10 **ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

<u>ทฤษฎี</u>

1. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
2. การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ
3. การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ
4. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน
5. การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

<u>ปฏิบัติ</u>

1. งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ
2. งานคัดลอก ตัด และรวมเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

รายการสอน	จุดประสงค์การสอน
<u>ทฤษฎี</u>	
1. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ	1. อธิบายการใช้งานคำสั่งการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติได้
2. การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ	2. อธิบายการใช้งานคำสั่งการลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติได้
3. การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ	3. อธิบายการใช้งานคำสั่งการคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติได้
4. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน	4. อธิบายการใช้งานคำสั่งการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานได้
5. การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ	5. อธิบายการใช้งานคำสั่งการตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติได้
<u>ปฏิบัติ</u>	
1. งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ	1. ใช้งานคำสั่ง Solids ยืดและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติได้
2. งานคัดลอก ตัด และรวมเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ	2. ใช้งานคำสั่ง คัดลอก ตัด และรวมเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">แผนการสอน/การเรียนรู้ทฤษฎีและปฏิบัติ
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ จำนวน 10 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="3">วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต</td></tr>
<tr><td colspan="2">สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอน หน่วยที่ 4 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ</td><td>เอกสารอ้างอิง : บรรณานุกรมลำดับที่ 2,4,19</td></tr>
<tr><td colspan="3">การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน / หลังเรียน / แบบฝึกหัดท้ายบท / ใบงาน /แบบประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</td></tr>
</table>

แผนการสอนที่ 7	**หน่วยที่ 4**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 1**
หน่วยที่ 4 ชื่อหน่วย การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
2. การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ

สาระสำคัญ

การสร้างภาพชิ้นส่วนเครื่องกล ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ หรือแม่พิมพ์ ภาพที่สื่อความหมายได้เสมือนชิ้นงานจริงคือภาพที่มีมิติครบทั้ง 3 มิติ ภาพลักษะนี้สร้างได้ด้วยกลุ่มคำสั่ง Solids การสร้างภาพชิ้นงานด้วย Solids จะต้องทำการเขียนภาพร่างหน้าตัด 2 มิติก่อนตามลักษณะงานแล้วใช้คำสั่ง Extrude ยืด ตัดหมุน ทำผนังบาง ลบผนังบางบางด้านออก เพื่อให้ได้ภาพชิ้นงาน 3 มิติหากในแบบงานมีการลบมุมมนหรือลบมุมเหลี่ยมก็ต้องใช้คำสั่ง Fillet หรือ Chamfer ตกแต่งภาพ เพื่อให้ภาพชิ้นงาน 3 มิติมีความเสมือนจริงมากที่สุด

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Solids Extrudeและปรับแต่งภาพภาพชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Solids Fillet หรือ Solids Chamfer เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีตรอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการใช้งานคำสั่งการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

1.2 อธิบายการใช้งานคำสั่งการลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

ใช้งานคำสั่ง Solids ยืดและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 4 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหัวข้อการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ (10 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักศึกษาพิจารณา Optical mouse แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. นักศึกษาเขียนแบบ Optical mouse ที่ถืออยู่ในมือได้ไหม
2. ส่วนโค้งตัดกันของ Optical mouse เขียนอย่างไร
3. รู Slot บนผิวโค้งของ Optical mouse เขียนอย่างไร

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 4 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน3มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

2.2 การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 50 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.1 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1 ใบงานที่ 4.2 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2 (20 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 4.1 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2 (60 นาที) ใบงานที่ 4.2 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2 (60 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการใช้งานคำสั่ง ด้วยคำสั่ง Solids Extrude, Solids Fillet และ Solids Chamfer (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.1 และใบงานที่ 4.2 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

1.2 ใบงานที่ 4.1 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1

1.3 ใบงานที่ 4.2 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริง Optical mouse

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ แผ่นที่ 1-14

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.1 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.2 งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2

3. แบบฝึกหัดท้ายบท
4. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
5. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

จาตุรงค์ ลังกาพินธุ์, Solid Woks ฉบับเรียนลัดด้วยตัวเอง, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์ ทริปเพิ้ลกรุ๊ป

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการใช้งานคำสั่ง Solids Extrude, Solids Fillet และ Solids Chamfer
2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาเขียนภาพชิ้นงาน 3 มิติตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

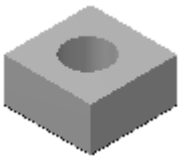
ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. คำสั่งใดของโปรแกรมมาสเตอร์แคมใช้ยืดภาพหน้าตัด 2 มิติ เป็นก้อนวัตถุ

ก. Surface ข. Extrude

ค. Create ง. Edit

2. ถ้าต้องการให้มีรูบนชิ้นงานดังภาพ ต้องใช้คำสั่งใด



ก. Cut Body ข. Create Body

ค. Add Body ง. Extrude to point

3. การลบมุมมนก้อนวัตถุดังภาพใช้คำสั่งใดในการลบมุมมน

ก. Chamfer ข. Two- Distance Chamfer

ค. Face-Face Fillet ง. Fillet

4. คำสั่งใดใช้ลบมุมภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ก. Fillet ข. Angle

ค. Chamfer ง. Corner

5. การคัดลอกรูหลายรูดังภาพใช้คำสั่งใดในการคัดลอก

ก. Circular Pattern ข. Rectangular Pattern

ค. Many Copy ง. Copy All

6. คำสั่งตามข้อใดใช้คัดลอกภาพชิ้นงานตามแนวเส้นรอบวง

ก. Aec Pattern ข. Curve Pattern

ค. Circular Pattern ง. Rectengular Pattern

7. ภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติดังภาพ สร้างด้วยคำสั่งตามข้อใด

ก. Cylinder ข. Sphere

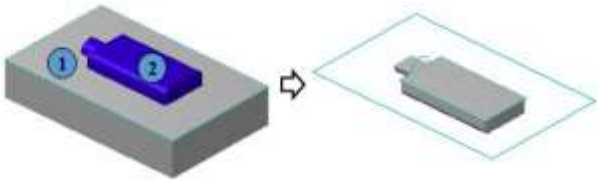
ค. Polygon ง. Block

8. ภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติดังภาพ สร้างด้วยคำสั่งตามข้อใด

ก. Cone ข. Sphere

ค. Rectangle ง. Torus

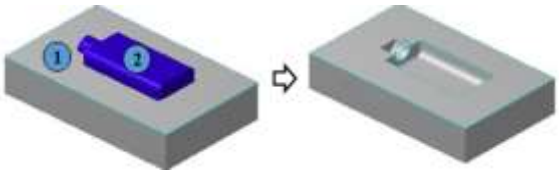
9. ภาพ Solid เมื่อคลิกที่จุด 1 และ 2 จะได้ภาพ Solid ขวามือ เกิดจากการใช้คำสั่งใด



ก. Boolean Add ข. Boolean Cut

ค. Boolean Remove ง. Boolean Common

10. ภาพ Solid เมื่อคลิกที่จุด 1 และ 2 จะได้ภาพ Solid ขวามือ เกิดจากการใช้คำสั่งใด

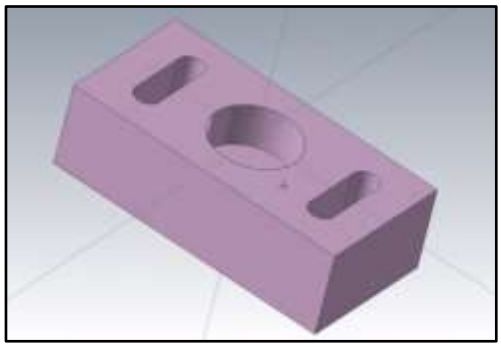


ก. Boolean Add ข. Boolean Cut

ค. Boolean Remove ง. Boolean Common

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ	**หน่วยที่ 4** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การสร้างภาพชิ้นส่วนเครื่องกล ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ หรือแม่พิมพ์ ภาพที่สื่อความหมายได้เสมือนชิ้นงานจริงคือภาพที่มีมิติครบทั้ง 3 มิติ ภาพลักษะนี้สร้างได้ด้วยกลุ่มคำสั่ง Solids การสร้างภาพชิ้นงานด้วย Solids จะต้องทำการเขียนภาพร่างหน้าตัด 2 มิติก่อนตามลักษณะงานแล้วใช้คำสั่ง Extrude ยืดเป็นภาพชิ้นงาน 3 มิติหากในแบบงานมีการลบมุมมนหรือลบมุมเหลี่ยมก็ต้องใช้คำสั่ง Fillet หรือ Chamfer ตกแต่งภาพ ภาพชิ้นงานที่ต้องการคัดลอกจะมีรูปแบบในการคัดลอก (Pattern) ส่วนภาพชิ้นงาน 3 มิติที่มีรูปทรงง่าย ๆ ก็สามารถสร้างด้วยคำสั่งสร้างภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน (Primitives)



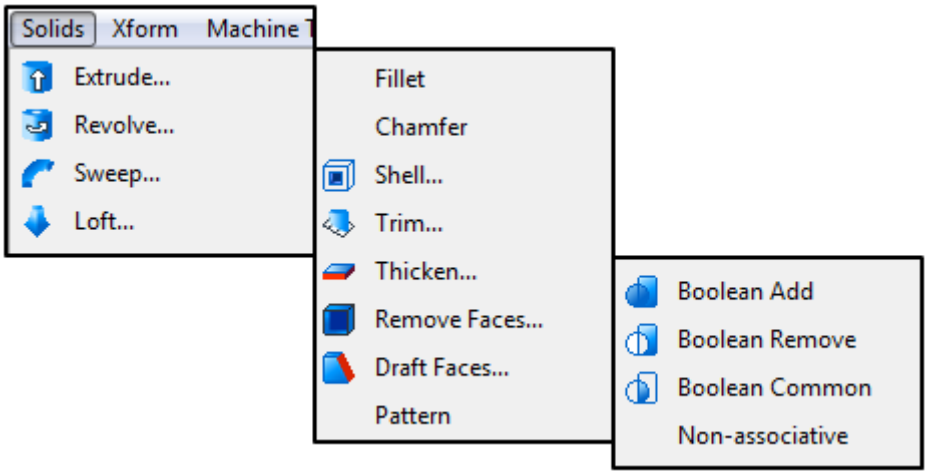
“เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการเขียนภาพชิ้นงาน 3 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์” https://www.youtube.com/watch?v=4y_uzUpV-J8

ภาพที่ 4.1 แสดงภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=4y_uzUpV-J8

1. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

คำสั่งที่ใช้สำหรับสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ คือ Solids จะต้องทำการเขียนภาพร่าง 2 มิติก่อนจึงใช้คำสั่งย่อยของ Solids สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ตามลักษณะของชิ้นงาน เช่น ถ้าเป็นการยืดก้อนวัตถุ ก็ใช้คำสั่ง Extrude ฯลฯ คำสั่งย่อยการสร้างภาพ 3 มิติ ดังภาพที่ 4.1

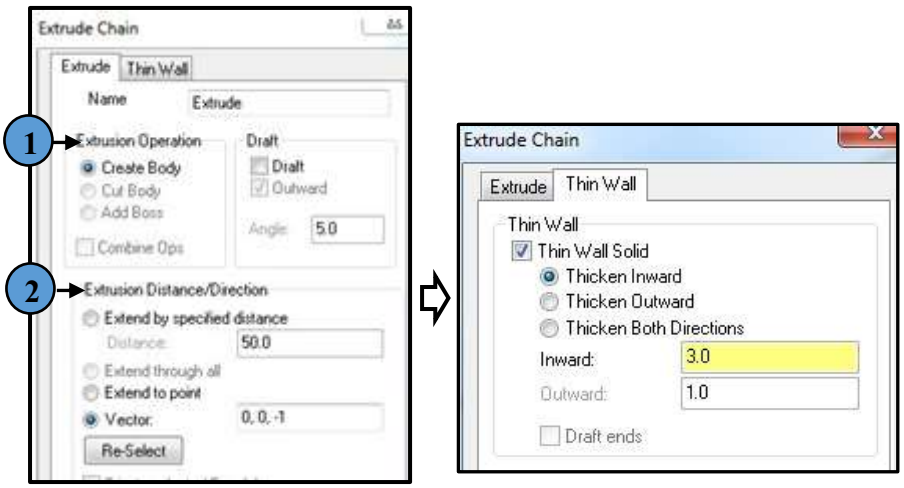


ภาพที่ 4.2 แสดงคำสั่งย่อยการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.1 Extrude

เป็นคำสั่งที่ใช้ยืดหน้าตัดภาพชิ้นงาน 2 มิติ เป็นก้อนวัตถุ 3 มิติ หรือสร้างวัตถุตัดก้อนวัตถุ สร้างวัตถุทรงกระบอกโดยการกำหนดความหนาของผนัง กรอบสนทนาของ Extrude ประกอบด้วย 2 หน้า



ภาพที่ 4.3 แสดงกรอบสนทนา Extrude ประกอบด้วย 2 หน้า

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.1.1 หน้า Extrude

เป็นการจัดการเกี่ยวกับรูปแบบและทิศทางการยืดภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ เป็นภาพชิ้นงาน 3 มิติ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1.1.1.1 Extrusion Operation (1) เป็นการจัดการเกี่ยวกับรูปแบบทางการยืดภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ เป็นภาพชิ้นงาน 3 มิติ

1) Crate Body เป็นการยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานเป็นก้อนวัตถุทรงตัน

2) Cut Body เป็นการยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานตัดก้อนวัตถุ

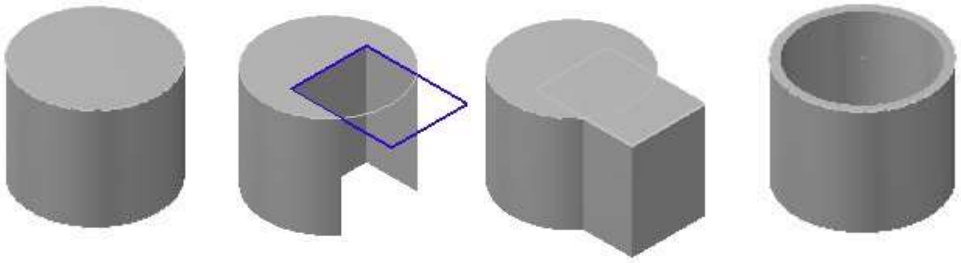
3) Add Boss เป็นการรวมเนื้อภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 ชิ้น เป็นเนื้อเดียวกัน

1.1.1.2 Extrusion Distance > Direction (2) เป็นการกำหนดทิศทางและระยะการยืดภาพหน้าตัดชิ้นงาน

1) Extend by specified distance เป็นการระบุระยะยืด

2) Extend to point ยืดออกไปที่จุดที่กำหนดไว้

3) Vector ยืดออกไปที่พิกัดที่กำหนด



A B C D

ภาพที่ 4.4 แสดงรูปแบบการยืดภาพหน้าตัดชิ้นงาน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ภาพ A การยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานแบบ Crate Body

ภาพ B การยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานแบบ Cut Body

ภาพ C การยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานแบบ Add boss

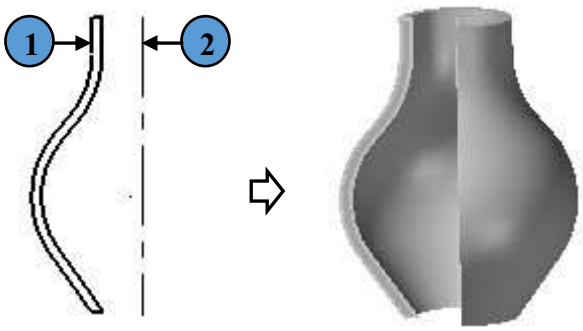
ภาพ D การยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานแบบ Thin Wall

1.1.2 หน้า Thin Wall

เป็นการยืดภาพหน้าตัดชิ้นงานคล้ายรูปท่อด้วยการกำหนดความหนาของผนังท่อ

1.2 Revolve

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ โดยให้เส้นร่างภาพหน้าตัดชิ้นงาน (1) หมุนรอบแกนที่อ้างอิง (2)

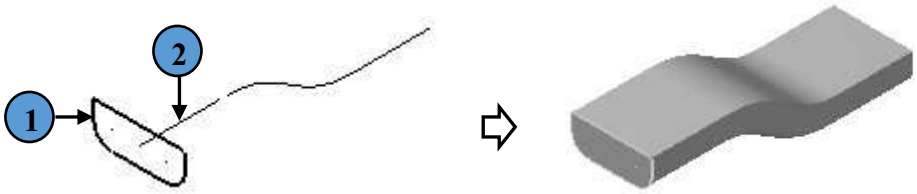


ภาพที่ 4.5 แสดงการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Revolve

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.3 Sweep

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยการให้ภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ (1 > OK) วิ่งไปตามเส้นทางวิ่ง (Path) ที่กำหนด (2 > OK)

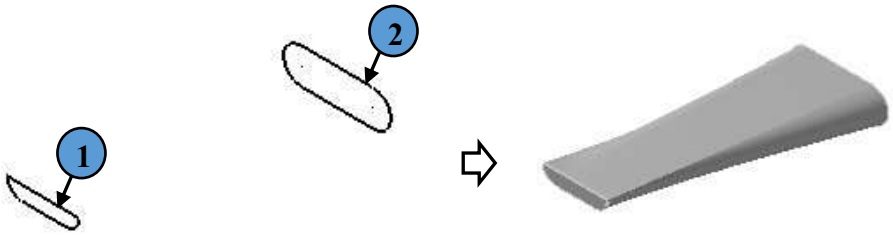


ภาพที่ 4.6 การสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Sweep

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.4 Loft

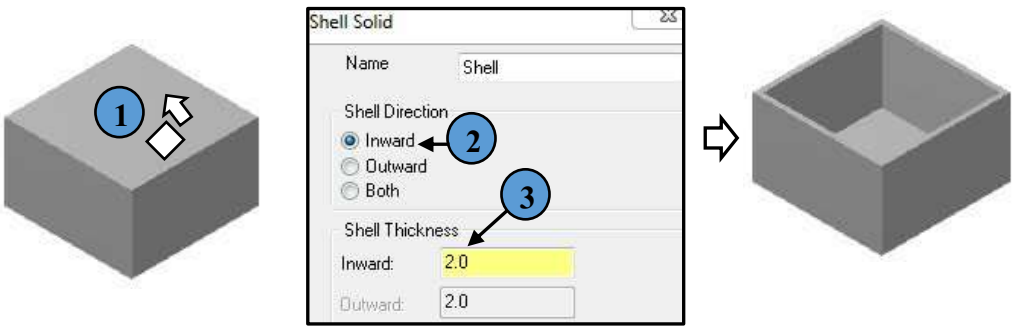
คำสั่งที่ใช้ในการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยการให้ภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ มากกว่าหนึ่งภาพ จากภาพหน้าตัดหนึ่ง (1) ไปยังอีกภาพหน้าตัดหนึ่ง (2)



ภาพที่ 4.7 แสดงการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง loft
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.5 Shell

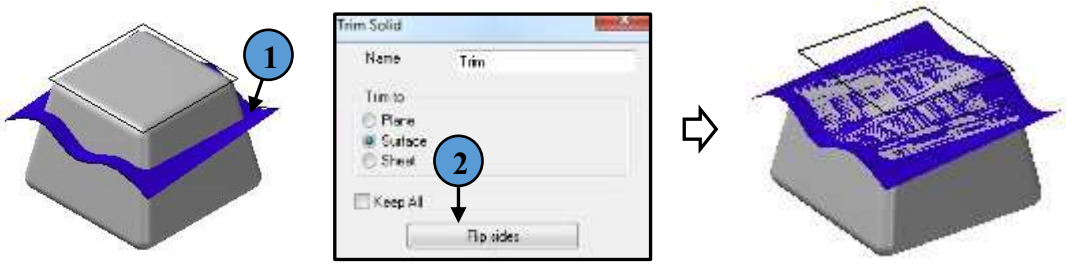
ภายหลังจากสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ หากต้องการให้ชิ้นงานมีผนังสามารถใช้คำสั่ง Shell สร้างผนังชิ้นงานโดยชิ้นงานจะมีลักษณะคล้ายกล่องที่ข้างในกลวง โดยคลิกที่ผิวชิ้นงาน (1) โดยให้ Cursor เป็นสัญลักษณ์ผิว ที่กรอบสนทนากำหนดทิศทางของผนัง(2)กำหนดความหนาของผนัง(3)



ภาพที่ 4.8 แสดงการสร้างผนังชิ้นงาน ด้วยคำสั่ง Shell
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.6 Trim

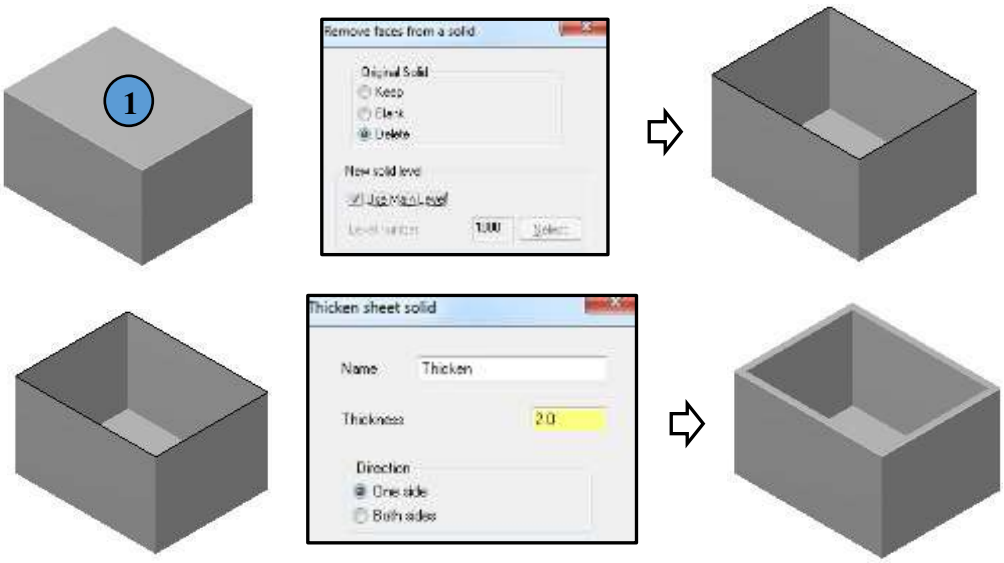
เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับตัดภาพชิ้นงาน 3 มิติ ส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยใช้พื้นผิว (Surface (1)) ในการตัด ที่กรอบสนทนาคลิกเลือกทิศทาง (2) ที่ต้องการเก็บเนื้อวัสดุไว้ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ระนาบ (Plane) ในการตัดภาพได้อีก



ภาพที่ 4.9 แสดงการตัดก้อนวัตถุด้วยพื้นผิว
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.7 Remove Faces

เป็นคำสั่งลบผิว (Delete) ของภาพชิ้นงานที่ไม่ต้องการ จะมีลักษณะคล้ายกับการเปิดฝากล่อง โดยการคลิกผิวด้านที่ต้องการลบ (1) แล้วใช้คำสั่ง Solids Thicken เพิ่มความหนาผนังภายหลัง



ภาพที่ 4.10 แสดงการลบผิวและเพิ่มความหนาภาพกล่อง 3 มิติ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2. การลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ

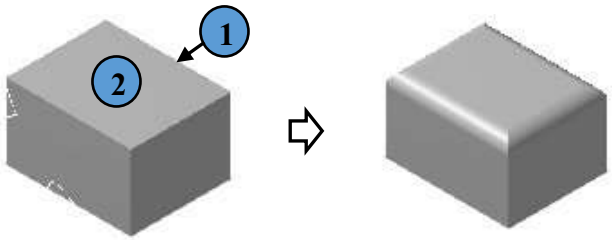
เป็นการลบมุมมนและการลบมุมเหลี่ยมภาพชิ้นงาน 3 มิติ ประกอบด้วย 2 คำสั่งหลัก ดังนี้

2.1 Fillet

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการลบมุมมนของชิ้นงาน 3 มิติ โดยที่ต้องกำหนดค่ารัศมีของมุมที่ลบ ประกอบด้วย 2 คำสั่งย่อย คือ

2.1.1 Fillet

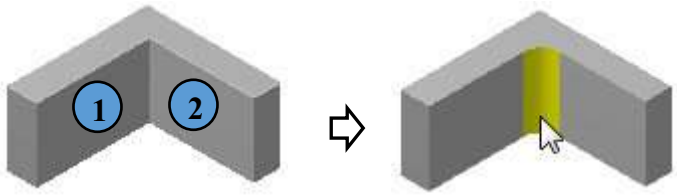
เป็นการลบมุมมนที่เส้นขอบชิ้นงาน (1) โดยเลือกที่ผิวภาพชิ้นงาน (2)



ภาพที่ 4.11 แสดงการลบมุมมนเส้นขอบชิ้นงาน ด้วยคำสั่ง Fillet
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.1.2 Face-Face Fillet

เป็นการลบมุมมนระหว่างผิวชิ้นงาน 3 มิติ โดยเลือกผิวชิ้นงาน (1) และ (2)



ภาพที่ 4.12 แสดงการลบมุมมนระหว่างผิวชิ้นงาน ด้วยคำสั่งFace-Face Fillet
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.2 Chamfer

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการลบมุมเหลี่ยมชิ้นงาน โดยที่ต้องกำหนดระยะที่ต้องการจะลบมุม 2 ด้าน ประกอบด้วย 3 คำสั่งย่อย ดังนี้

2.2.1 One-Distance Chamfer

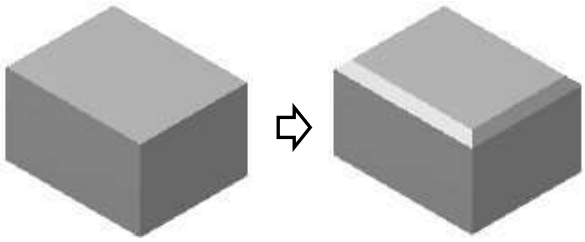
เป็นการลบมุมเหลี่ยมโดยที่ระยะลบมุมทั้ง 2 ด้านมีความยาวเท่ากัน

2.2.2 Two- Distance Chamfer

เป็นการลบมุมเหลี่ยมโดยที่ระยะลบมุมมีความยาวไม่เท่ากัน

2.2.3 Distance and Angle Chamfer

เป็นการลบมุมเหลี่ยมโดยการกำหนดระยะลบมุม และองศาการลบมุม

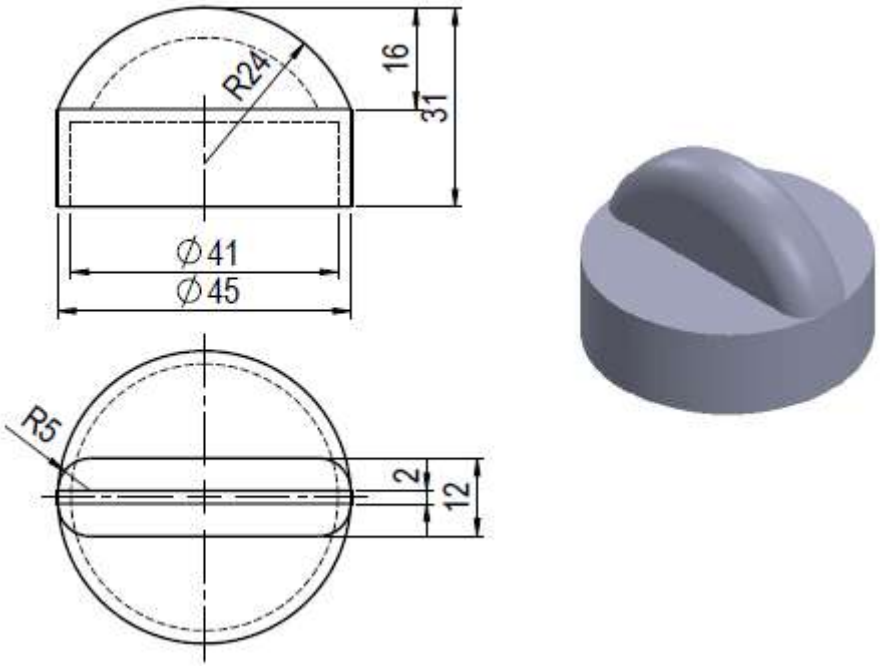


ภาพที่ 4.13 แสดงการลบมุมเหลี่ยมชิ้นงาน ด้วยคำสั่ง One-Distance Chamfer

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

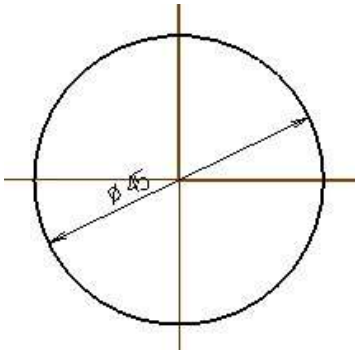
แบบฝึกปฏิบัติที่ 4.1
เรื่อง การลบมุมภาพชิ้นงาน 3 มิติ

คำสั่ง : ให้นักศึกษาเขียนภาพมือบิดตามตามขั้นตอนต่อไปนี้

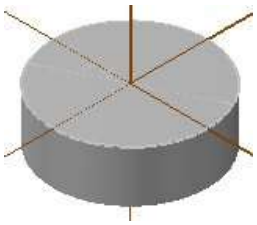


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

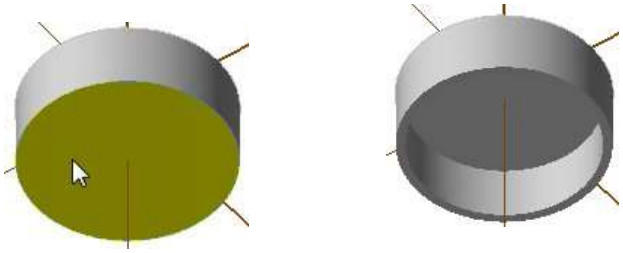
1. เปิดจุด Origin ด้วยการกด Function Key F9
2. คลิกมุมมอง Top เขียนวงกลม ø 45 มม.



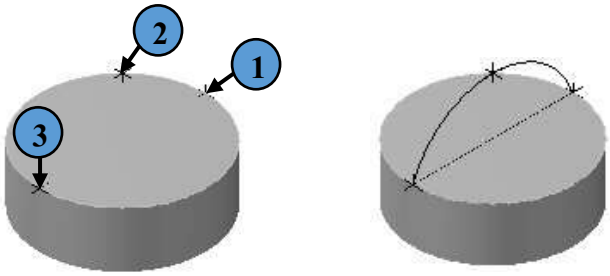
3. คลิกมุมมอง Isometric ใช้คำสั่ง Solids Extrude ยืดหน้าหน้าตัดไปด้าน –Z = 15 มม.



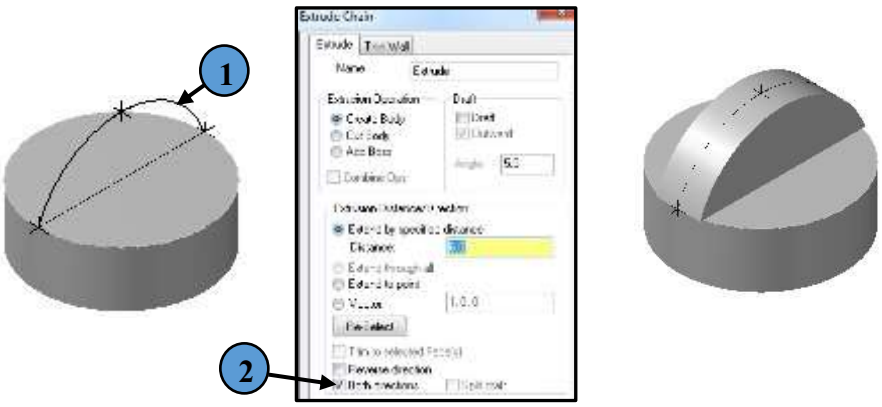
4. ใช้คำสั่ง Solids Shell ให้ภาพชิ้นงานมีความหนาของผนัง โดยหมุนภาพเลือกผิว



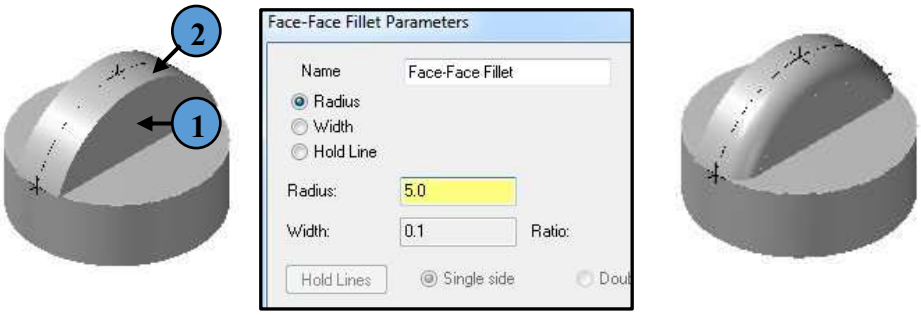
5. คลิกมุมมอง Right ใช้คำสั่ง Create Point Position สร้างจุด 3 จุด
6. ใช้คำสั่ง Create Arc 3 Point เขียนส่วนโค้ง R24
7. คลิกจุด 1, 2, 3 ตามลำดับ แล้วเขียนเส้นตรงเชื่อมจุดที่ 1 กับจุดที่ 3



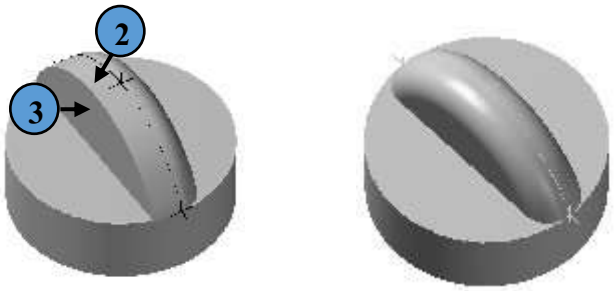
8. ใช้คำสั่ง Solids Extrude เพิ่มความหนามือบิดหนา 12 มม. โดยคลิกที่เส้นโค้ง (1) ทิศทางยืดเลือก Both direction (2)



9. ใช้คำสั่ง Face-Face Fillet ลบมุมมนมือบิด R5 เลือกผิว (1) และผิว (2)



10. หมุนภาพเลือกผิว (3) กับผิว (2) ลบมุมมน R5



แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 4
เรื่อง งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. คำสั่ง Extrude Both Direction หมายถึง (1 คะแนน)

☐ ยืดภาพหน้าตัดทิศทางเดียว ☐ ยืดภาพหน้าตัดสองทิศทาง

2. การยืดภาพหน้าตัดที่มีลักษณะคล้ายท่อ ใช้การยืดแบบใด (1 คะแนน)

☐ Thin Wall ☐ Crate body

3. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ แบบใดที่ต้องมีเส้นทางวิ่งให้ภาพหน้าตัด (1 คะแนน)

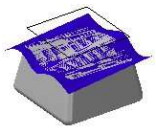
☐ Loft ☐ Sweep

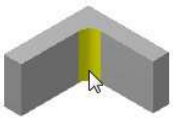
4. คำสั่งใดคือการลบมุมมนภาพชิ้นงาน 3 มิติ (1 คะแนน)

☐ Fillet ☐ Chamfer

5. จงเลือกคำสั่งเพื่อสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ต่อไปนี้ (6 คะแนน)

……...5.1

……5.2 

……5.3 

……...5.4

……5.5

……5.6

A. Face-Face Fillet
B. Fillet
C. Revolve
D. Sweep
E. Loft
F. Boolean Add
G. Trim to Plane
H. Trim to Surface

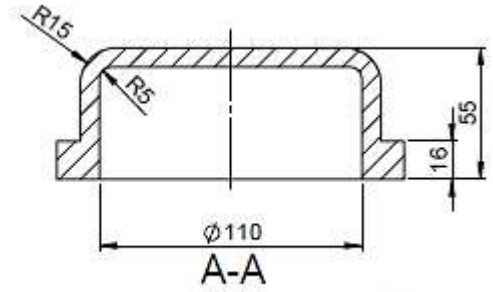
ใบงานที่ 4.1

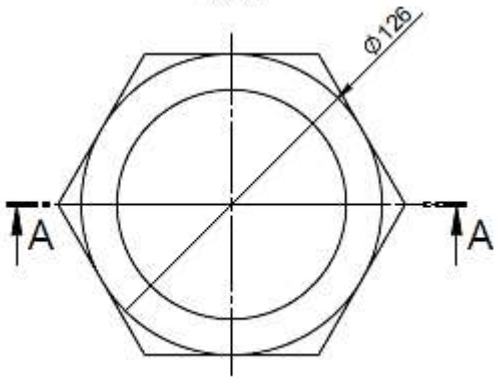
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Solids ยืดและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติได้





เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. Extrude สร้างภาพ 6 เหลี่ยม สูง 16 มม.
2. Extrude Shell วงกลม ø 110 มม. วงกลม สูง 55 มม.
3. Fillet ลบมุมมน R15

ข้อเสนอแนะ

เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ แล้วใช้งานคำสั่ง Solids ยืดและลบขอบภาพชิ้นงาน

เวลาในการปฏิบัติงาน 1 **ชั่วโมง**

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4.1 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ **ชื่องาน :** งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1	**หน่วยที่ 4** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 1 ชั่วโมง**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนเส้นร่างวงกลมและ 6 เหลี่ยม				
2	Extrude สร้างภาพ 6 เหลี่ยม สูง 16 มม.				
3	Extrude Shell วงกลม ø 110 มม. วงกลม สูง 55 มม.				
4	Fillet ลบมุมมน R15				
5	ซ่อนเส้นร่าง				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

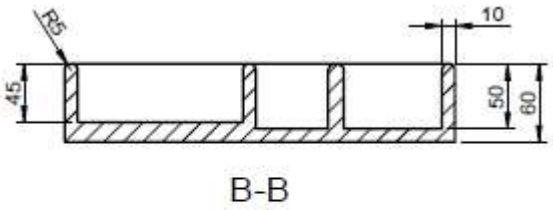
ใบงานที่ 4.2

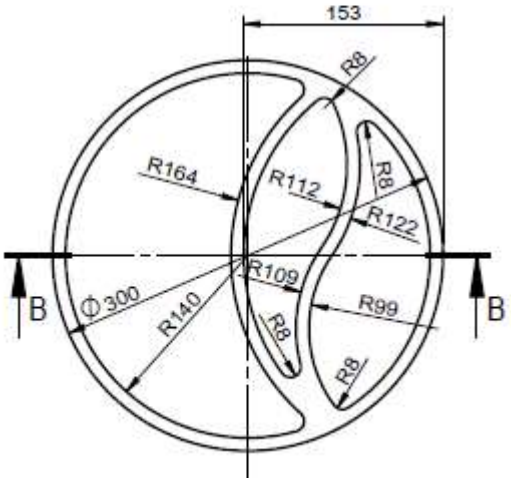
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง Solids ยืดและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติได้





เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนเส้นร่าง
2. Extrude วงกลม ø 300 มม. ให้มีความหนา 10 มม.
3. Extrude ส่วนโค้งให้มีความหนา 10 มม.
4. สร้างพื้นผิวปิดก้นถ้วย

ข้อเสนอแนะ

ใช้คำสั่ง Extrude > Thin Wall ยืดเส้นร่างให้มีความหนา

เวลาในการปฏิบัติงาน 1 **ชั่วโมง**

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4.2

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างภาพและลบขอบภาพชิ้นงาน 3 มิติ 1

หน่วยที่ 4
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชั่วโมง

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนเส้นร่าง				
2	Extrude วงกลม ø 300 มม. ให้มีความหนา 10 มม.				
3	Extrude ส่วนโค้งให้มีความหนา 10 มม.				
4	สร้างพื้นผิวปิดก้นถ้วย				
5	ซ่อนเส้นร่าง				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 4
เรื่อง งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. คำสั่ง Extrude Both Direction หมายถึง (1 คะแนน)

☐ ยืดภาพหน้าตัดทิศทางเดียว ☑ ยืดภาพหน้าตัดสองทิศทาง

2. การยืดภาพหน้าตัดที่มีลักษณะคล้ายท่อใช้การยืดแบบใด (1 คะแนน)

☑ Thin Wall ☐ Crate body

3. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ แบบใดที่ต้องมีเส้นทางวิ่งให้ภาพหน้าตัด (1 คะแนน)

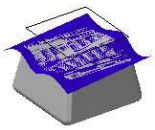
☐ Loft ☑ Sweep

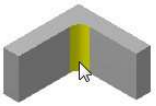
4. คำสั่งใดคือการลบมุมมนภาพชิ้นงาน 3 มิติ (1 คะแนน)

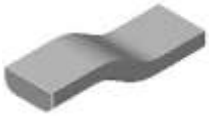
☑ Fillet ☐ Chamfer

5. จงเลือกคำสั่งเพื่อสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ต่อไปนี้ (6 คะแนน)

…**K**...5.1

…**P**…5.2 

…**I**…5.3 

…**L**...5.4 

…**M**…5.5

…N…5.6

I. Face-Face Fillet
J. Fillet
K. Revolve
L. Sweep
M. Loft
N. Boolean Add
O. Trim to Plane
P. Trim to Surface

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

---

1. ข
2. ก
3. ง
4. ค
5. ก
6. ค
7. ก
8. ง
9. ค
10. ค

แผนการสอนที่ 8	**หน่วยที่ 4**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 2**
หน่วยที่ 4 ชื่อหน่วย การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ
2. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน
3. การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

สาระสำคัญ

การสร้างภาพชิ้นส่วนเครื่องกล ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ หรือแม่พิมพ์ ภาพที่สื่อความหมายได้เสมือนชิ้นงานจริงคือภาพที่มีมิติครบทั้ง 3 มิติ ภาพลักษะนี้สร้างได้ด้วยกลุ่มคำสั่ง Solids การสร้างภาพชิ้นงานให้เป็นวัตถุด้วย Solids ชิ้นงานที่มีขนาด รูปร่างเหมือนกันผู้ออกแบบเขียนเพียงภาพต้นแบบหนึ่งภาพแล้วใช้คำสั่ง Pattern คัดลอกภาพ ภาพเรขาคณิตพื้นฐาน เช่น รูปทรงกระบอก รูปทรงกรวย ฯ สามารถสร้างได้ง่าย ๆ ด้วยคำสั่ง Create / Primitives วัตถุที่สร้างจากรูปทรงที่ต่างกันจะต้องทำการรวมเนื้อวัตถุด้วยคำสั่ง Boolean เพื่อที่จะสามารถเข้าสู่กระบวนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ การสร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการใช้งานคำสั่งการคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

1.2 อธิบายการใช้งานคำสั่งการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานได้

1.3 อธิบายการใช้งานคำสั่งการตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

ใช้งานคำสั่ง คัดลอก ตัด และรวมเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 4 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหัวข้อการคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ (20 นาที)

นักศึกษาทบทวนเนื้อหาหน่วยที่ 4 สอนครั้งที่ 1

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักศึกษาพิจารณาข้อท่อน้ำ 3 ทางแล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. นักศึกษาเขียนแบบข้อท่อน้ำ 3 ทางที่ถืออยู่ในมือได้ไหม

2. ส่วนที่ต่อกันเป็น 3 ทางเขียนอย่างไร

3. รอยต่อที่โค้งมนเขียนได้ด้วยคำสั่งอะไร

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาหน่วยที่ 4 เรื่องการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ

2.2 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน

2.3 การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 30 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.3 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3 และใบงานที่ 4.4 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4 (20 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 4.3 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3 (50 นาที) และใบงานที่ 4.4 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4 (50 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการใช้งานคำสั่ง คัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติด้วยคำสั่ง Pattern การสร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานด้วยคำสั่ง Create / Primitives การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Boolean (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานตามใบงานที่ 4.3 และใบงานที่ 4.4 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

1.2 ใบงานที่ 4.3 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3

1.3 ใบงานที่ 4.4 การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงข้อต่อท่อน้ำ 3 ทาง

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ แผ่นที่ 15 - 28

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.3 งานเขียนภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 4.4 งานเขียนภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4
3. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
4. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

จาตุรงค์ ลังกาพินธุ์, Solid Woks ฉบับเรียนลัดด้วยตัวเอง, พิมพ์ครั้งที่ 2, สำนักพิมพ์ทริปเพิ้ล กรุ๊ป

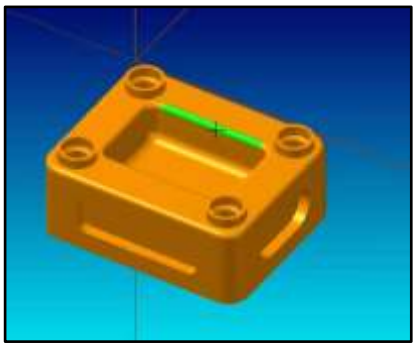
กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการใช้งานคำสั่งการคัดลอกภาพชิ้นงาน3มิติ การสร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาเขียนภาพชิ้นงาน 3 มิติตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ	**จำนวน 10 ชั่วโมง** **3 (5** : ท : 1 ป : 4)

การสร้างภาพชิ้นส่วนเครื่องกล ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ หรือแม่พิมพ์ ภาพที่สื่อความหมายได้เสมือนชิ้นงานจริงคือภาพที่มีมิติครบทั้ง 3 มิติ ภาพลักษะนี้สร้างได้ด้วยกลุ่มคำสั่ง Solids การสร้างภาพชิ้นงานด้วย Solids จะต้องทำการเขียนภาพร่างหน้าตัด 2 มิติก่อนตามลักษณะงานแล้วใช้คำสั่ง Extrude ยืดเป็นภาพชิ้นงาน 3 มิติหากในแบบงานมีการลบมุมมนหรือลบมุมเหลี่ยมก็ต้องใช้คำสั่ง Fillet หรือ Chamfer ตกแต่งภาพ ภาพชิ้นงานที่ต้องการคัดลอกจะมีรูปแบบในการคัดลอก (Pattern) ส่วนภาพชิ้นงาน 3 มิติที่มีรูปทรงง่าย ๆ ก็สามารถสร้างด้วยคำสั่งสร้างภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน (Primitives)



"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=5UAyhQ1m5js

ภาพที่ 4.14 แสดงภาพชิ้นงาน 3 มิติ

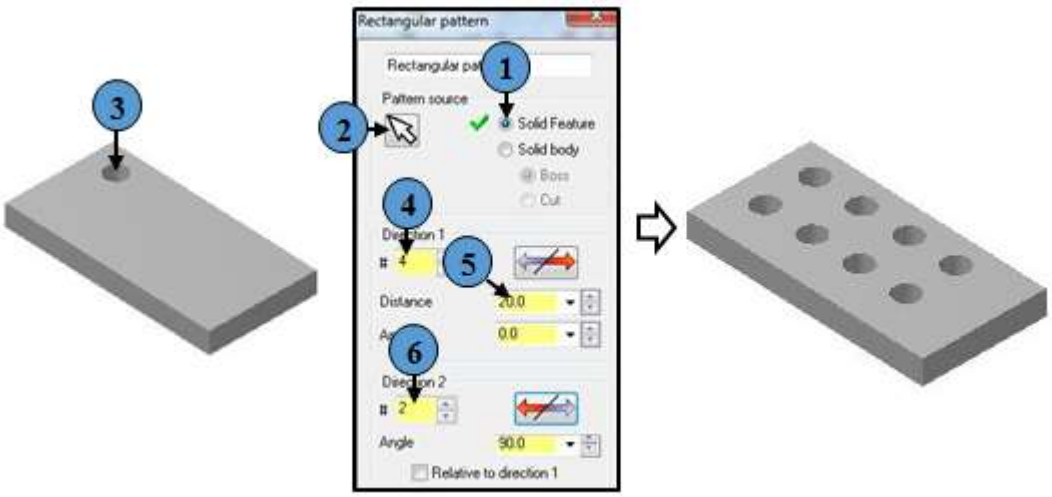
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=5UAyhQ1m5js

3. การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ

คำสั่งคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ คือ Pattern ประกอบด้วย 2 คำสั่งย่อย ดังนี้

3.1 Rectangular Pattern

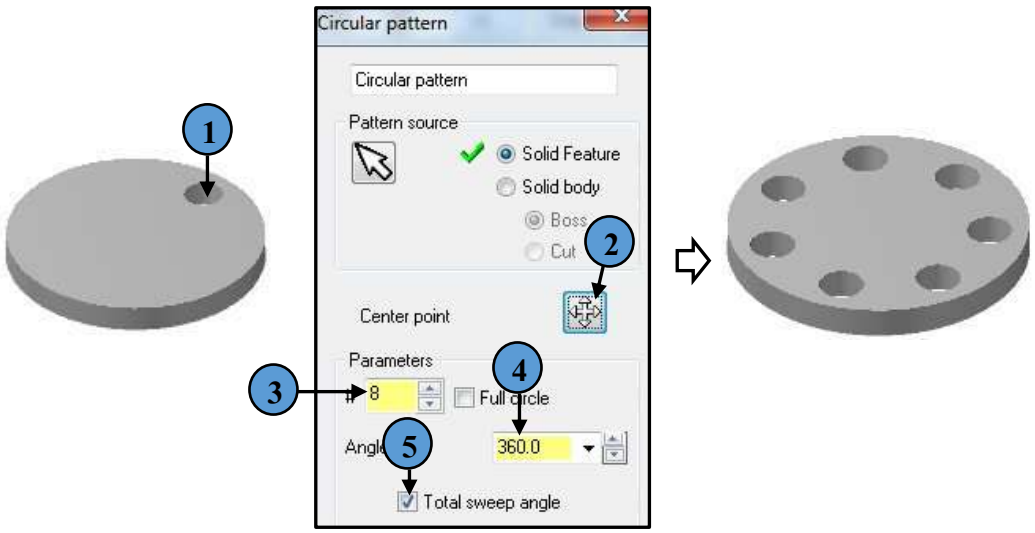
เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานตามแนวแกน X หรือ Y หรือแกน X, Y โดยคลิก Solid Feature (1) คลิก Pattern source (2) แล้วเลือกชิ้นงานต้นแบบที่ต้องการคัดลอก (3 OK) กำหนดจำนวนและทิศทางที่ 1 (4) กำหนดระยะห่างระหว่างภาพที่คัดลอก (5) หากเป็นการคัดลอก 2 ทิศทาง ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2, 3 ที่ Direction 2 (6)



ภาพที่ 4.15 แสดงการคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ 2 แนวแกน
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2 Circular Pattern

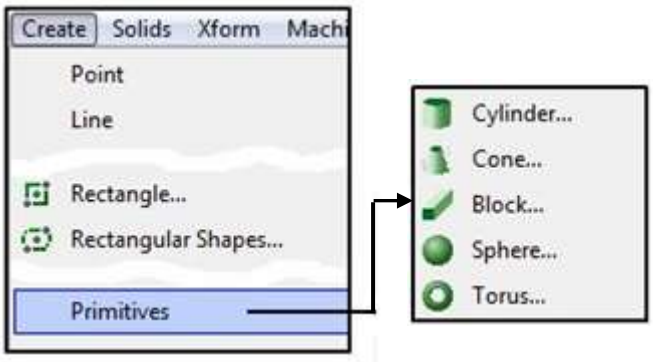
เป็นการคัดลอกภาพชิ้นงานตามแนวเส้นรอบวง โดยคลิก Solid Feature คลิก Pattern source เลือกชิ้นงานต้นแบบที่ต้องการคัดลอก (1 OK) กำหนดจุดศูนย์กลางการหมุนรอบของชิ้นงานที่คัดลอก (2) กำหนดจำนวนภาพที่คัดลอก (3) กำหนดองศาที่ให้ภาพคัดลอกทั้งหมดหมุนไป (4) กำหนดระยะห่างแต่ละภาพเป็นองศาที่เท่ากัน (5)



ภาพที่ 4.16 แสดงการคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ แนวเส้นรอบวง
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน

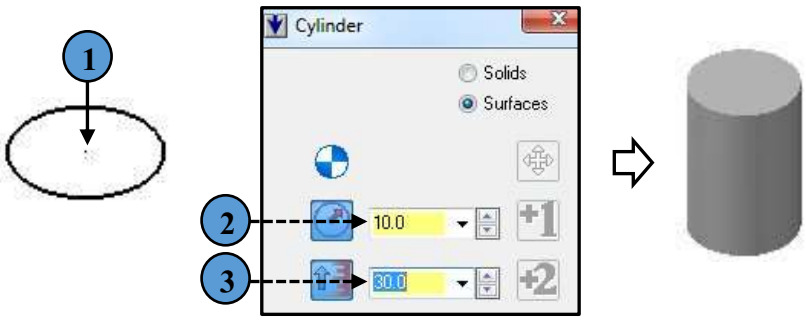
เป็นการสร้างภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติ จากคำสั่ง Create > Primitives จากการเขียนภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ ประกอบด้วย 5 คำสั่งย่อย ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.17 แสดงคำสั่งย่อยการสร้างภาพรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.1 Cylinder

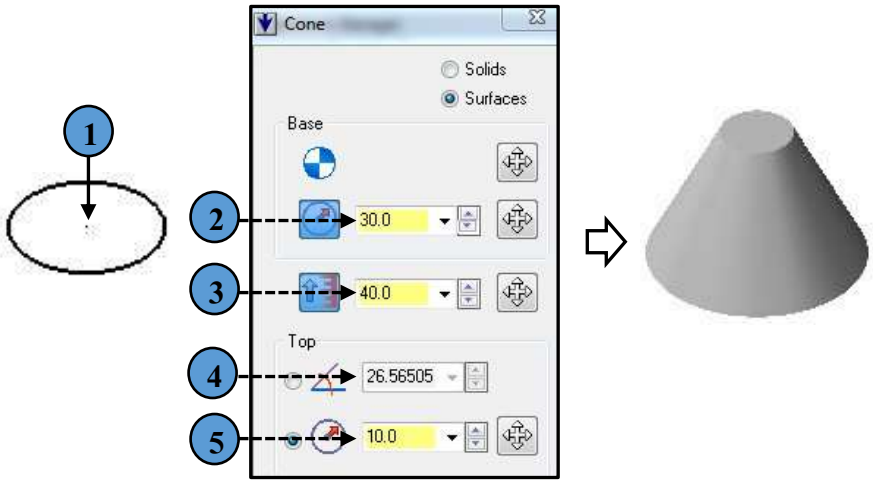
เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ รูปทรงกระบอก โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม (1) ที่กรอบสนทนากำหนดรัศมีของรูปทรงกระบอก (2) กำหนดความสูงของทรงกระบอก (3)



ภาพที่ 4.18 แสดงการสร้างภาพรูปทรงกระบอก 3 มิติ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.2 Cone

เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ ทรงกรวย โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม (1) ที่กรอบสนทนากำหนดรัศมีของฐานวงกลม (2) กำหนดความสูงของทรงกรวง (3) กำหนดองศาการเอียงของทรงกรวย (4) กำหนดรัศมีด้านปลายทรงกรวย (5)

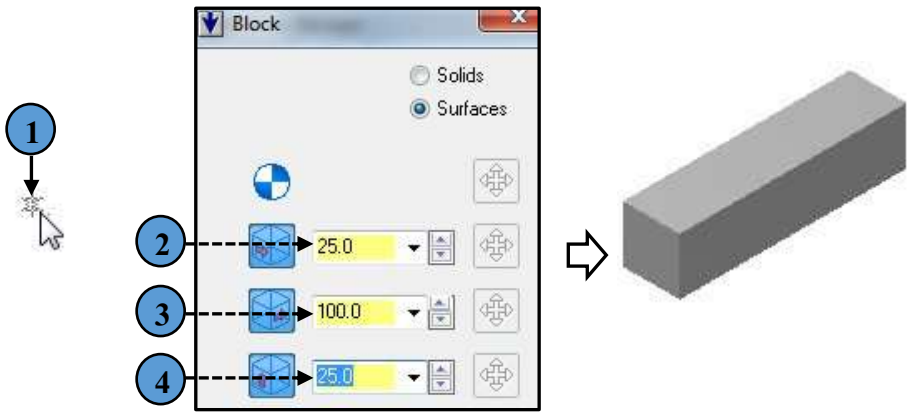


ภาพที่ 4.19 แสดงการสร้างภาพรูปทรงกรวย 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.3 Block

เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ ทรงสี่เหลี่ยมตัน โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยม (1) ที่กรอบสนทนากำหนดความกว้าง (2) กำหนดความยาว (3) กำหนดความสูง (4)

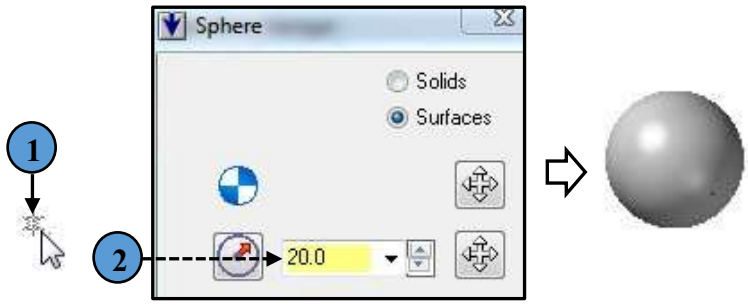


ภาพที่ 4.20 แสดงการสร้างภาพรูปสี่เหลี่ยม 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.4 Sphere

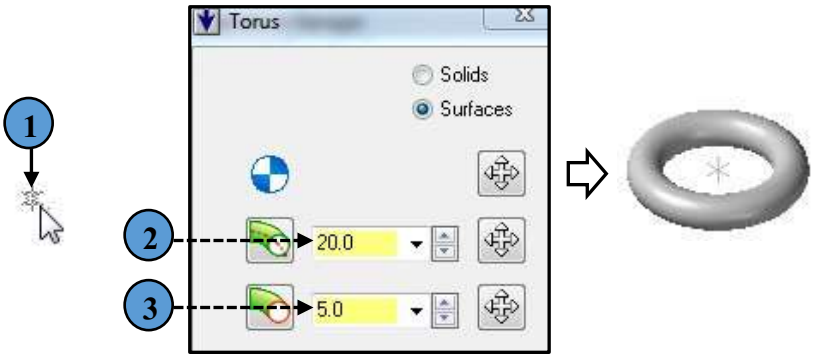
เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ ลูกบอล โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของลูกบอล (1) ที่กรอบสนทนากำหนดรัศมีของลูกบอล (2)



ภาพที่ 4.21 แสดงการสร้างภาพรูปสี่เหลี่ยม 3 มิติ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.5 Torus

เป็นการสร้างภาพ 3 มิติ รูปวงแหวน โดยกำหนดจุดศูนย์กลางของวงแหวน (1) ที่กรอบสนทนากำหนดรัศมีของวงแหวน (2) กำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดของวงแหวน (3)



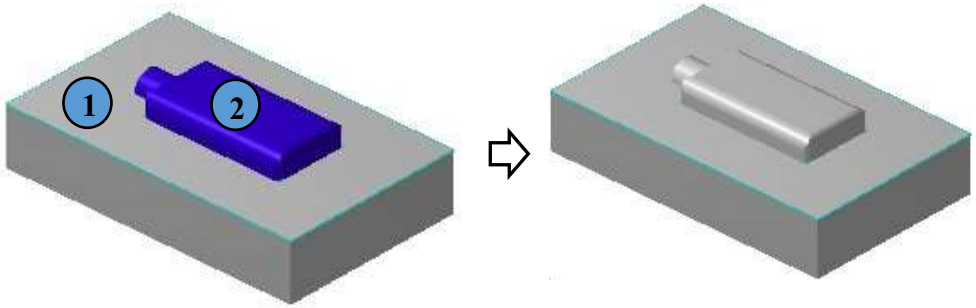
ภาพที่ 4.22 แสดงการสร้างภาพรูปวงแหวน 3 มิติ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5. การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

คำสั่งที่ใช้สำหรับการรวมวัตถุ 2 ชิ้น หรือมากกว่าเข้าเป็นชิ้นเดียว การเอาวัตถุชิ้นหนึ่งลบออกจากวัตถุอีกชิ้น เพื่อทำให้เกิดเป็นหลุมสำหรับงานสร้างแม่พิมพ์ หรือการเลือกเนื้อวัตถุที่ทับซ้อนกันเก็บไว้ คือคำสั่ง Boolean คำสั่ง Boolean ประกอบด้วย 3 คำสั่งย่อย ดังนี้

5.1 Boolean Add

เป็นการรวมเนื้อของวัตถุ (Combinations) 2 ชิ้นหรือมากกว่า เข้าเป็นวัตถุชิ้นเดียวกัน ใช้สำหรับการสร้างชิ้นส่วนเครื่องกล ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ โดยคลิกที่ชิ้นส่วนหลัก (1) แล้วคลิกชิ้นส่วนที่ต้องการให้มารวมกับชิ้นส่วนหลัก (2)

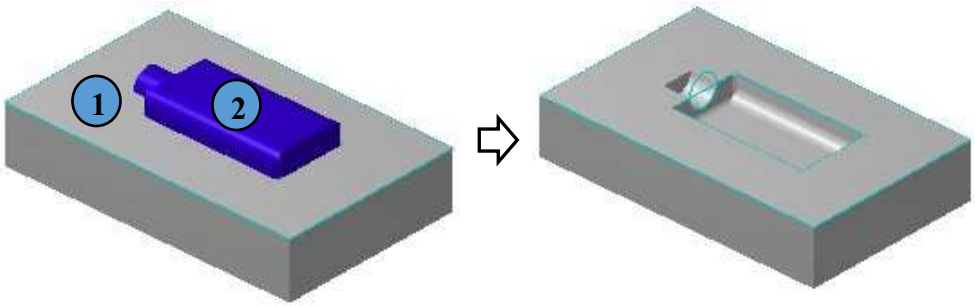


ภาพที่ 4.23 แสดงการรวมเนื้อวัตถุ 2 ชิ้นเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5.2 Boolean Remove

เป็นการลบเนื้อวัตถุออกจากวัตถุอีกชิ้นหนึ่ง (Remove) เพื่อทำให้เกิดเป็นโพลงหรือหลุมสำหรับสร้างแม่พิมพ์ โดยคลิกที่ชิ้นส่วนหลัก (1) แล้วคลิกชิ้นส่วนที่ต้องการให้ลบออกจากชิ้นส่วนหลัก (2)

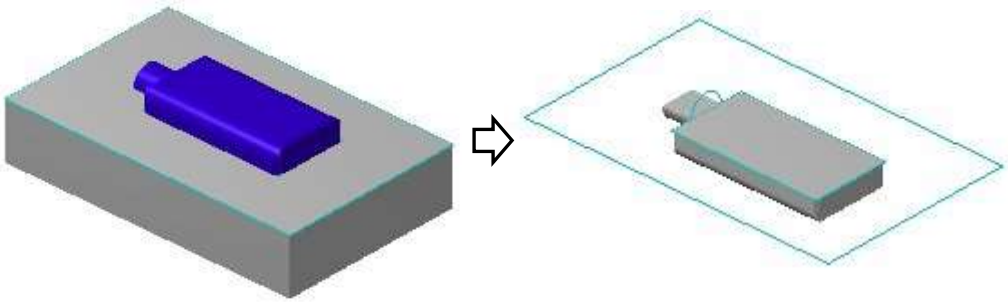


ภาพที่ 4.24 แสดงการลบเนื้อวัตถุออกจากชิ้นส่วนหลักทำให้เกิดหลุม

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5.3 Boolean Common

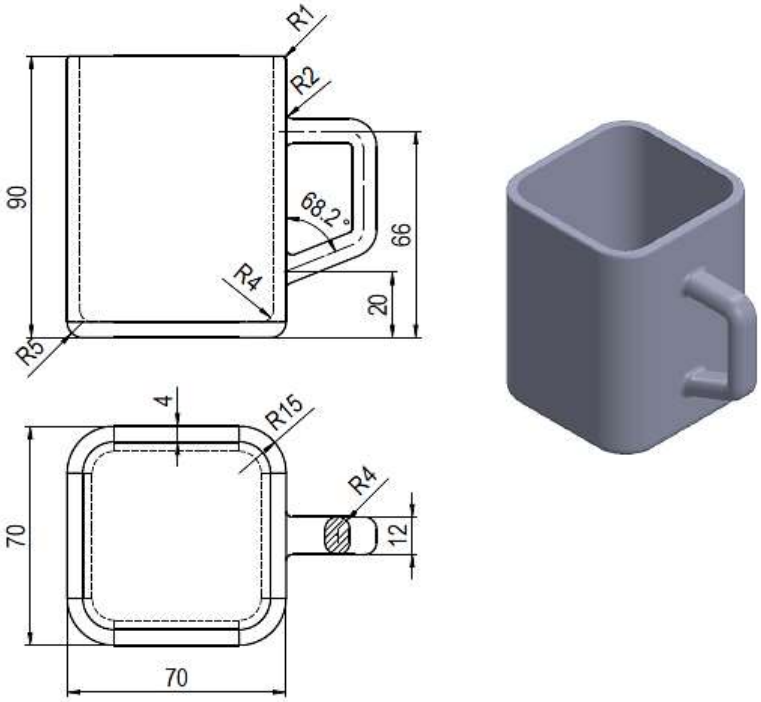
เป็นการตัดเอาชิ้นส่วนที่ทับซ้อนกันเก็บไว้ (Intersect) โดยคลิกที่ชิ้นส่วนหลัก (1) แล้วคลิกชิ้นส่วนที่ชิ้นส่วนที่ทับซ้อนกับชิ้นส่วนหลัก (2)



ภาพที่ 4.25 แสดงการตัดเอาเนื้อวัตถุที่ทับซ้อนกันเก็บไว้
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

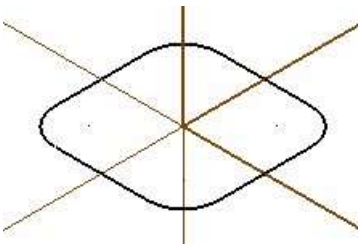
แบบฝึกปฏิบัติที่ 4.2
เรื่อง การตัด การรวม การแยกเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติ

คำสั่ง : ให้นักศึกษาเขียนภาพถ้วยกาแฟตามขั้นตอนต่อไปนี้

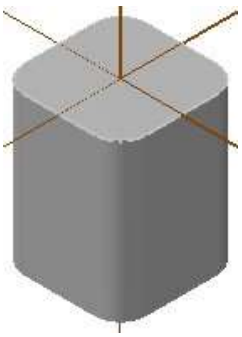


ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

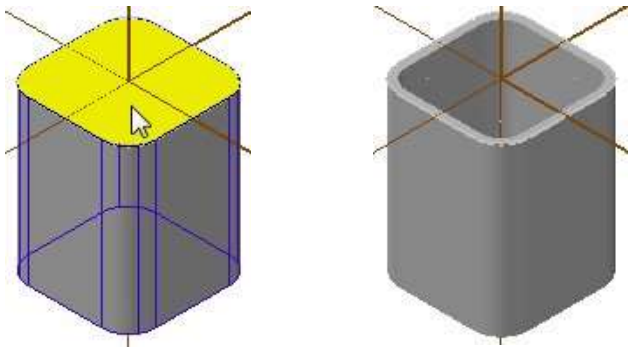
1. มุมมอง Top เปิดจุด Origin เขียนรูปสี่เหลี่ยมด้านเท่า □ 70 x 70 R15



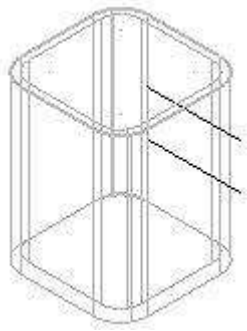
2. ใช้คำสั่ง Solids Extrude ยืดหน้าตัดสี่เหลี่ยมลงด้าน –Z ระยะ 90 มม.



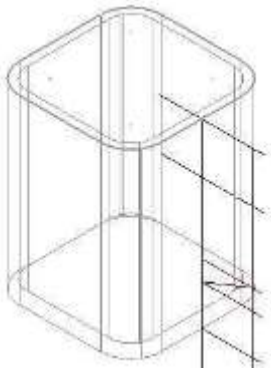
3. ใช้คำสั่ง Extrude Shell สร้างความหนาผนัง โดยเลือกผิวดังภาพ



4. คลิกมุมมอง Front เขียนเส้นตรงที่ปากถ้วย แล้ว Offset เส้นตรงลงแนวแกน –Z24

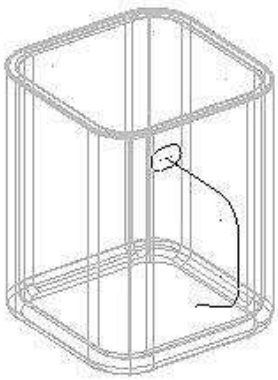


5. เขียนเส้นตรงแนวตั้งที่ผนังถ้วยด้านนอก และที่ก้นถ้วย แล้ว Offset เส้นทั้งสองตามแบบ

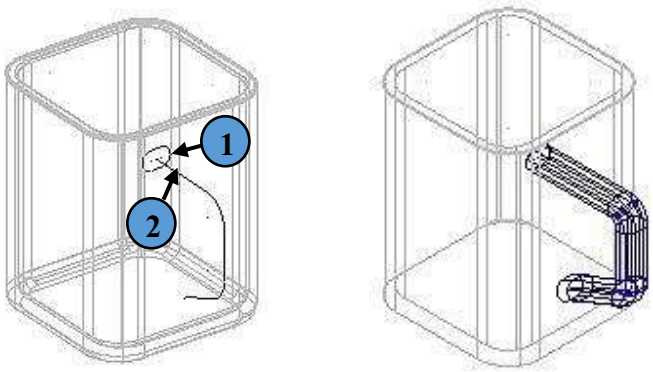


6. ใช้คำสั่ง Trim และ Fillet ตัดแต่งเส้น

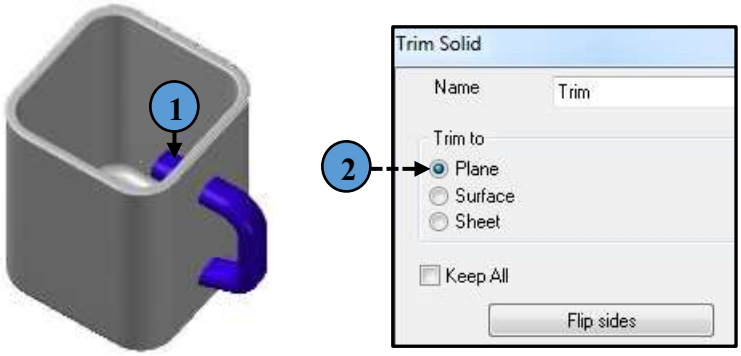
7. มุมมอง Right แล้วหมุนถ้วยให้เห็นปลายเส้น เพื่อเขียนรูปหน้าตัด



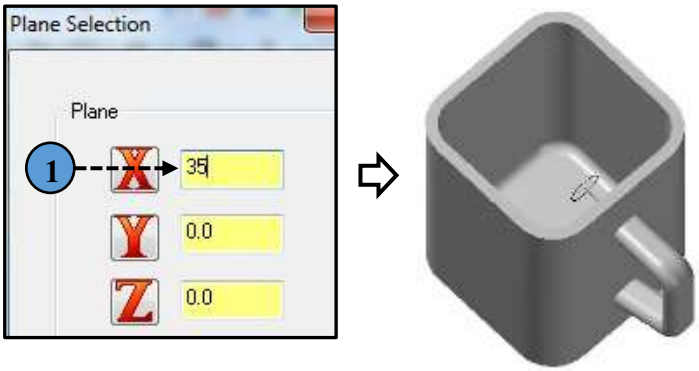
8. ให้คำสั่ง Extrude Sweep คลิกรูปหน้าตัด (1) คลิกทางวิ่ง (2)



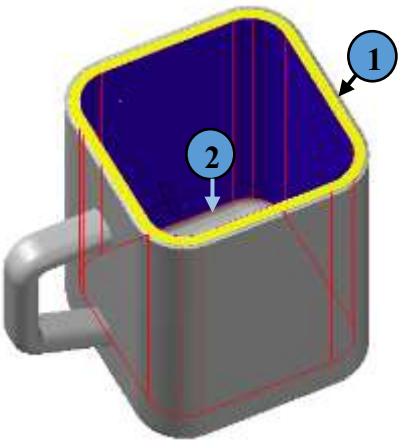
9. ใช้คำสั่ง Solid Trim ตัดส่วนมือจับที่เกิน (1) ตัดด้วย Plane (2)



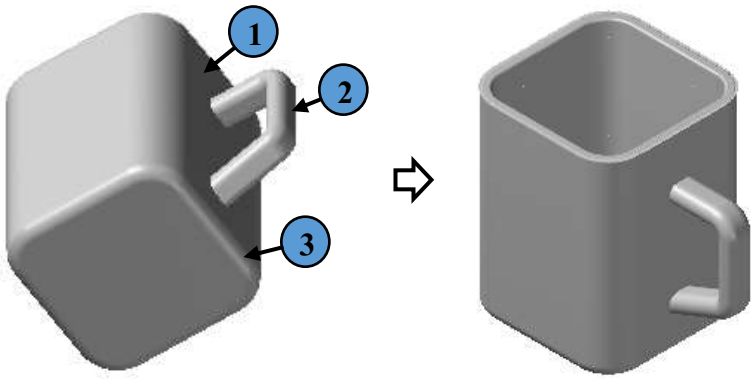
10. ตัดด้วย Plane X ระยะครึ่งหนึ่งของความกว้างถ้วย (1) ระยะ 35 มม.



11. ใช้คำสั่ง Face-Face Fillet ลบมุมมนปากถ้วย R1 (1) และใช้คำสั่ง Fillet ลบมุมมนก้นถ้วยด้านใน R5 (2)



11. รวมเนื้อตัวแก้วกับหูจับให้เป็นชิ้นเดียวกับด้วยคำสั่ง Boolean Add โดยคลิก (1) แล้วคลิก (2 OK) จากนั้นหมุนภาพให้สามารถเลือกก้นถ้วยเพื่อลบมุม R5 (3) แล้วคลิกมุมมอง Isometric



แบบฝึกหัดหน่วยที่ 4
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. คำสั่งการสร้างภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติ อยู่ที่ Menu bar ใด

   ☐ Create ☐ Xfrom

2. การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ คือคำสั่งใด

   ☐ Copy ☐ Pattern

3. สิ่งที่สังเกตเห็นได้เมื่อมีการรวมเนื้อวัตถุสำเร็จ คือ

   ☐ วัตถุสีเปลี่ยน ☐ วัตถุเป็นสีเดียวกัน

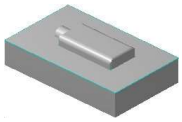
4. คำสั่งใดคือการลบเนื้อชิ้นงาน 3 มิติ

   ☐ Boolean Remove ☐ Boolean Common

5. กลุ่มคำสั่งย่อย Primitives หมายถึง

   ☐ การเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ☐ การเขียนภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติ

6. จงเลือกคำสั่งเพื่อสร้างภาพชิ้นงานตามที่กำหนด

……...6.1 

……6.2

……6.3

……...6.4

……...6.5

A. Circular Pattern
B. Rectangular Pattern
C. Cylinder
D. Torus
E. Revolve
F. Sphere
G. Boolean Remove
H. Boolean Add

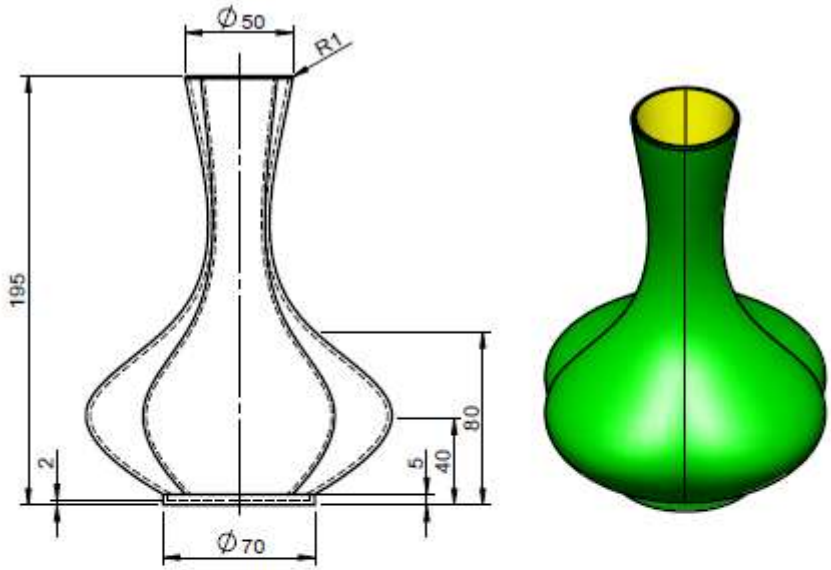
ใบงานที่ 4.3

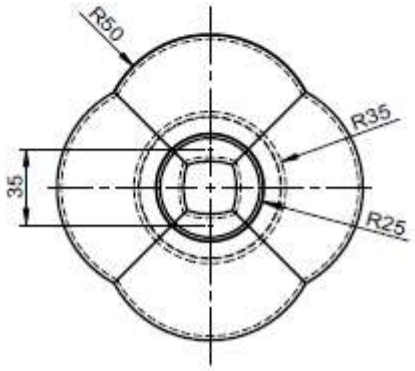
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง คัดลอก ตัด และรวมเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติได้





เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนเส้นร่าง
2. สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ข้อเสนอแนะ

ตรวจสอบความถูกต้องของเส้นร่างก่อนสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

เวลาในการปฏิบัติงาน 50 นาที

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4.3 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ **ชื่องาน :** งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 3	**หน่วยที่ 4** **สอนครั้งที่ 2** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 50 นาที**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	เขียนเส้นร่าง				
2	สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ				
3	ซ่อนเส้นร่าง				
4	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
5	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
6	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 60 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-3		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

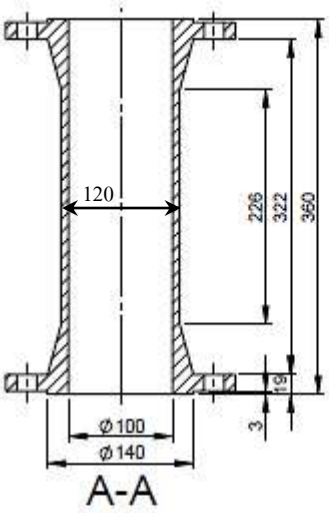
ใบงานที่ 4.4

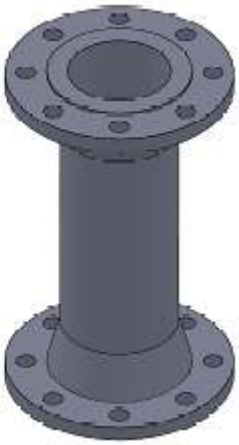
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

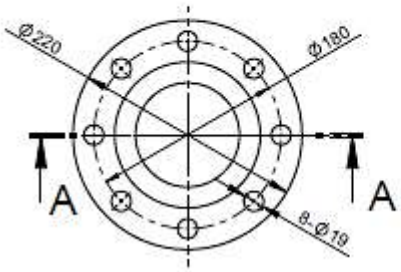
ชื่องาน : งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ใช้งานคำสั่ง คัดลอก ตัด และรวมเนื้อวัตถุภาพชิ้นงาน 3 มิติได้







เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนเส้นร่าง
2. สร้างท่อทรงกระบอก
3. สร้างรูเจาะรอบท่อทรงกระบอก
4. รวมเนื้อวัสดุ

ข้อเสนอแนะ

เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ แล้วใช้งานคำสั่ง Solids ยืด คัดลอก และรวมเนื้อวัตถุ

เวลาในการปฏิบัติงาน 60 นาที

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 4.4

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ 4

หน่วยที่ 4
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 50 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนเส้นร่าง				
2	สร้างท่อทรงกระบอก				
3	สร้างรูเจาะรอบท่อทรงกระบอก				
4	รวมเนื้อวัสดุ				
5	ซ่อนเส้นร่าง				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 60 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-3

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. คำสั่งใดของโปรแกรมมาสเตอร์แคมใช้ยืดภาพหน้าตัด 2 มิติ เป็นก้อนวัตถุ

ก. Surface ข. Extrude

ค. Create ง. Edit

2. ถ้าต้องการให้มีรูบนชิ้นงานดังภาพ ต้องใช้คำสั่งใด

ก. Create Body ข. Cut Body

ค. Add Body ง. Extrude to point

3. การลบมุมมนก้อนวัตถุดังภาพใช้คำสั่งใดในการลบมุมมน

ก. Chamfer ข. Fillet

ค. Face-Face Fillet ง. Two- Distance Chamfer

4. คำสั่งใดใช้ลบมุมมนภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ก. Fillet ข. Angle

ค. Chamfer ง. Corner

5. การคัดลอกรูหลายรูดังภาพใช้คำสั่งใดในการคัดลอก

ก. Circular Pattern ข. Copy All

ค. Many Copy ง. Rectangular Pattern

6. คำสั่งตามข้อใดใช้คัดลอกภาพชิ้นงานตามแนวเส้นรอบวง

ก. Aec Pattern ข. Curve Pattern

ค. Circular Pattern ง. Rectengular Pattern

7. ภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติดังภาพ สร้างด้วยคำสั่งตามข้อใด

ก. Cylinder ข. Sphere

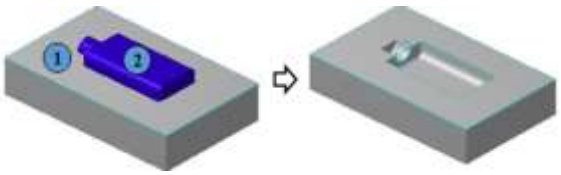
ค. Polygon ง. Torus

8. ภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติดังภาพ สร้างด้วยคำสั่งตามข้อใด

ก. Cone ข. Sphere

ค. Rectangle ง. Torus

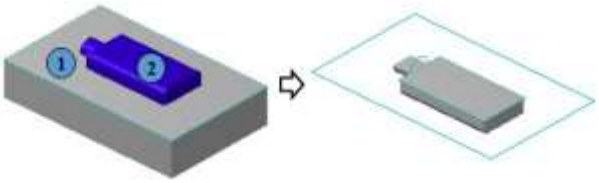
9. ภาพ Solid เมื่อคลิกที่จุด 1 และ 2 จะได้ภาพ Solid ขวามือ เกิดจากการใช้คำสั่งใด



ก. Boolean Add ข. Boolean Cut

ค. Boolean Remove ง. Boolean Common

10. ภาพ Solid เมื่อคลิกที่จุด 1 และ 2 จะได้ภาพ Solid ขวามือ เกิดจากการใช้คำสั่งใด



ก. Boolean Add ข. Boolean Cut

ค. Boolean Remove ง. Boolean Common

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 4
เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. คำสั่งการสร้างภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติ อยู่ที่ Menu bar ใด (1 คะแนน)

   ☑ Create ☐ Xfrom

2. การคัดลอกภาพชิ้นงาน 3 มิติ คือคำสั่งใด (1 คะแนน)

   ☐ Copy ☑ Pattern

3. สิ่งที่สังเกตเห็นได้เมื่อมีการรวมเนื้อวัตถุสำเร็จ คือ (1 คะแนน)

   ☐ วัตถุสีเปลี่ยน ☑ วัตถุเป็นสีเดียวกัน

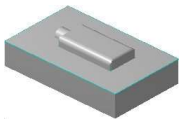
4. คำสั่งใดคือการลบเนื้อชิ้นงาน 3 มิติ (1 คะแนน)

   ☑ Boolean Remove ☐ Boolean Common

5. กลุ่มคำสั่งย่อย Primitives หมายถึง (1 คะแนน)

   ☐ การเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ☑ การเขียนภาพชิ้นงานรูปเรขาคณิตพื้นฐาน 3 มิติ

6. จงเลือกคำสั่งเพื่อสร้างภาพชิ้นงานตามที่กำหนด (5 คะแนน)

…**H**...6.1 

…**D**…6.2

…**C**…6.3

…**A**...6.4

…**F**...6.5

I. Circular Pattern
J. Rectangular Pattern
K. Cylinder
L. Torus
M. Revolve
N. Sphere
O. Boolean Remove
P. Boolean Add

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน

หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

---

1. ข
2. ก
3. ข
4. ก
5. ง
6. ค
7. ง
8. ก
9. ค
10. ง

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 5
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 5 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="3">หัวเรื่อง
<u>ทฤษฎี</u>
1. การรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน
2. การสร้างภาพชิ้นงาน
3. การสร้างชิ้นงาน
4. สร้างโปรแกรมทางเดินตัด
5. การแปลง NCI File เป็น NC-Code
<u>ปฏิบัติ</u>
งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</td></tr>
<tr><td>รายการสอน</td><td colspan="2">จุดประสงค์การสอน</td></tr>
<tr><td><u>ทฤษฎี</u>
1. การรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน
2. การวิธีสร้างภาพชิ้นงาน
3. การสร้างชิ้นงาน
4. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัด
5. การวิธีแปลง NCI File เป็น NC-Code

<u>ปฏิบัติ</u>
งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์</td><td colspan="2">1. อธิบายการรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงานได้
2. บอกวิธีสร้างภาพชิ้นงานได้
3. อธิบายการสร้างก้อนวัตถุเพื่อผลิตเป็นชิ้นงานตามแบบได้
4. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดได้
5. บอกวิธีแปลง NCI File เป็น NC-Codeได้

จัดลำดับขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้</td></tr>
<tr><td colspan="3">วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จำนวน 10 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอน หน่วยที่ 5 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 5 เรื่องขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ</td><td>เอกสารอ้างอิง : บรรณานุกรมลำดับที่ 3,4,21</td></tr>
<tr><td colspan="3">การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน / หลังเรียน / แบบฝึกหัดท้ายบท /ใบงาน /แบบประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</td></tr>
</table>

แผนการสอนที่ 9 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005 **หน่วยที่ 5 ชื่อหน่วย** ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	**หน่วยที่ 5** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน
2. การสร้างภาพชิ้นงาน
3. การสร้างชิ้นงาน
4. สร้างโปรแกรมทางเดินตัด
5. การแปลง NCI File เป็น NC-Code

สาระสำคัญ

การผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการกับกระบวนการผลิต โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาช่วยจัดการผลิต จะสามารถออกแบบสร้างภาพชิ้นงานสำหรับงานวิศวกรรมได้ หรือที่นิยมเรียกกันสั้นๆ ว่า “CAD/CAM” ดังนั้นขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงจะกล่าวถึงการออกแบบสร้างภาพชิ้นงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการผลิต และการจะนำเข้าไฟล์ภาพงานจากโปรแกรมการเขียนแบบอื่น ๆ ภาพที่นำเข้าหรือภาพที่สร้างขึ้นจะไม่มีลักษณะเป็นก้อนโลหะไม่สามารถนำมาผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ต้องสร้างชิ้นงานให้มีความหนาแล้วจึงสร้างทางเดินกัด เลือกเครื่องมือตัด และ Post G-Code เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี จึงจะเสร็จสิ้นขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ การรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน การสร้างภาพชิ้นงาน การสร้างชิ้นงาน สร้างโปรแกรมทางเดินตัด และการแปลง NCI File เป็น NC-Code เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการรับ - ส่งไฟล์ภาพชิ้นงานได้

1.2 บอกวิธีสร้างภาพชิ้นงานได้

1.3 อธิบายการสร้างก้อนวัตถุเพื่อผลิตเป็นชิ้นงานตามแบบได้

1.4 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดได้

1.5 บอกวิธีแปลง NCI File เป็น NC-Code ได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

จัดลำดับขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 5 เรื่องขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (20 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยเปิด File งานที่ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว ตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. งานตัวอย่างที่ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ มีกี่ขั้นตอน

2. ขั้นตอนหลัก ๆ ของการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 5 เรื่องขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน

2.2 การสร้างภาพชิ้นงาน

2.3 การสร้างชิ้นงาน

2.4 สร้างโปรแกรมทางเดินตัด

2.5 การแปลง NCI File เป็น NC-Code

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 10 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 5 งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 5 งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (1 ชั่วโมง30 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (20 นาที)

ขั้นสรุป (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน การสร้างภาพชิ้นงาน การสร้างชิ้นงาน สร้างโปรแกรมทางเดินตัด และการแปลง NCI File เป็น NC-Code

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 5

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.2 ใบงานที่ 5 งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.3 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงเพลาคันสตาร์ทรถจักรยานยนต์

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 5 เรื่องขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แผ่นที่ 1-15

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 5 งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
2. แบบฝึกหัดท้ายบท
3. คะแนนจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
4. คะแนนจากแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและลักษณะอันพึงประสงค์

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

หนังสือคู่มืองาน Milling Step by Step. บริษัท คูลซอฟท์ จำกัด. สมุทรปราการ.

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการรับ-ส่งไฟล์ภาพชิ้นงาน การสร้างภาพชิ้นงาน การสร้างชิ้นงาน สร้างโปรแกรมทางเดินตัด และการแปลง NCI File เป็น NC-Code
2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 5 เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ขั้นตอนแรกของกระบวนการออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือ

ก. การเลือกเครื่องมือตัด ข. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัด

ค. การสร้างชิ้นงาน ง. การเขียนแบบภาพชิ้นงาน

2. การสร้างภาพชิ้นงานรอบจุดหมุนหลาย ๆ ภาพ คำสั่งใดต่อไปนี้สร้างได้เร็วที่สุด

ก. Copy ข. Crete

ค. Move ง. Rotate

3. คำสั่งใดต่อไปนี้ใช้สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติได้ง่ายและเร็วที่สุด

ก. Create ข. Surface

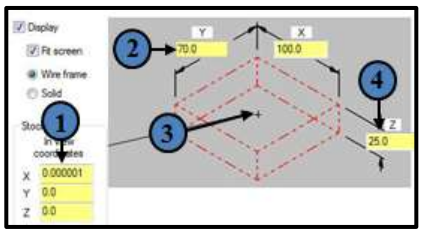
ค. Solids ง. Primitives

4. ข้อใดกล่าวถึงความหมายการสร้างชิ้นงานในโปรแกรมมาสเตอร์แคมได้ถูกต้อง

ก. สร้างก้อนวัตถุที่มีความหนา ข. สร้างชิ้นงานตามแบบ

ค. สร้างภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ ง. สร้างชิ้นงานขนาดเท่าแบบ

5. ความหนาของก้อนชิ้นงานเพื่อทำ CAM จากภาพป้อนค่าที่หมายเลขใด



ก. 1 ข. 2

ค. 3 ง. 4

6. ตัวเลือกตามข้อใดหมายถึงการสร้างโปรแกรมทางเดินกันหลุม

ก. Drill ข. Face

ค. Pocket ง. Surface

7. กดเลือก Tool bar ใดที่กรอบสนทนา Operation Manager เพื่อแปลง NCI File เป็น NC-Code

ก. ข.

ค. ง.

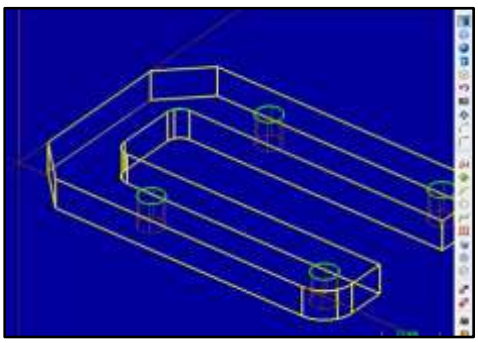
8. การ Post G-Code คำใดต่อไปนี้ไม่มีความหมายในงานโปรแกรมเอ็นซี

ก. G01 ข. A00

ค. X50 ง. Z-25

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	**หน่วยที่ 5** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการกับกระบวนการผลิต โดยทั่วไปแล้วโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาช่วยจัดการผลิต จะสามารถออกแบบสร้างภาพชิ้นงานสำหรับงานวิศวกรรมได้ หรือที่นิยมเรียกกันสั้นๆ ว่า “CAD/CAM” ดังนั้นขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จึงจะกล่าวถึงการออกแบบสร้างภาพชิ้นงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการผลิต และการจะนำเข้าไฟล์ภาพงานจากโปรแกรมการเขียนแบบใด ๆ ภาพที่นำเข้าหรือภาพที่สร้างขึ้นทำให้มีความหนาแล้วสร้างทางเดินกัด เลือกเครื่องมือตัด และ Post G-Code เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี จึงจะเสร็จสิ้นขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



“เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำขั้นตอนการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์”
https://www.youtube.com/watch?v=cU8dDCGPJkQ

ภาพที่ 5.1 แสดงภาพชิ้นงานผลิตด้วยคอมพิวเตอร์ช่วย
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=cU8dDCGPJkQ

1. การรับ-ส่งไฟล์งาน

ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1.1 ขั้นการออกแบบ (CAD : Computer Aided Design)

1.2 ขั้นการผลิตชิ้นงาน (CAM : Computer Aided Manufacturing)

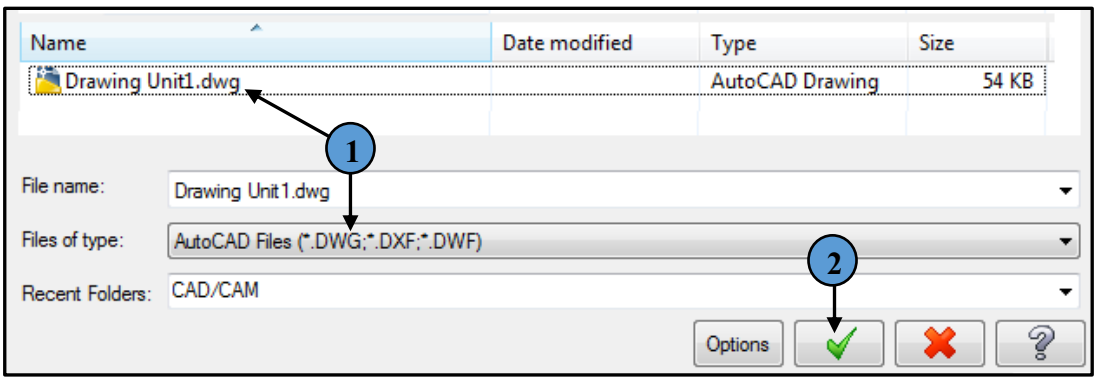
1.3 ขั้นการแปลง File (Post Processor)

ตารางที่ 5.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม CAD/CAM

↓	1. ขั้นการออกแบบ ประกอบด้วย 1.1 Part Drawing 1.2 Part Geometry Creation
	2. ขั้นการผลิตชิ้นงาน หมายถึงขั้นตอนสร้างทางเดินตัด - Toolpath Generation
	3. ขั้นการแปลง File หมายถึงการสร้าง Code ขึ้นเพื่อใช้ในการทำงานกับเครื่องจักร CNC ประกอบด้วย 3.1 NC-Code Generation 3.2 Part Program

การรับ – ส่งไฟล์งานจะกระทำในขั้นตอนของการออกแบบ และรับ – ส่งไฟล์ที่แปลงเป็นรหัสจีโค้ดแล้ว ตัวอย่างการรับไฟล์แบบงาน มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. เปิดโปรแกรม Master Cam
2. เปลี่ยนหน่วยการวัด Master Cam ที่ Setting ให้ตรงตามแบบงานที่จะนำเข้า
3. ที่ Menu bar ของ Master Cam คลิก File แล้ว Open
4. ที่กรอบสนทนา Files of type เปลี่ยนนามสกุลให้ตรงตามนามสกุลของ File แบบงาน ที่จะนำเข้า เช่น DWG (1)
5. แล้วคลิก Open ที่เครื่องหมายถูก (2)



ภาพที่ 5.2 แสดงการนำเข้าไฟล์แบบงาน

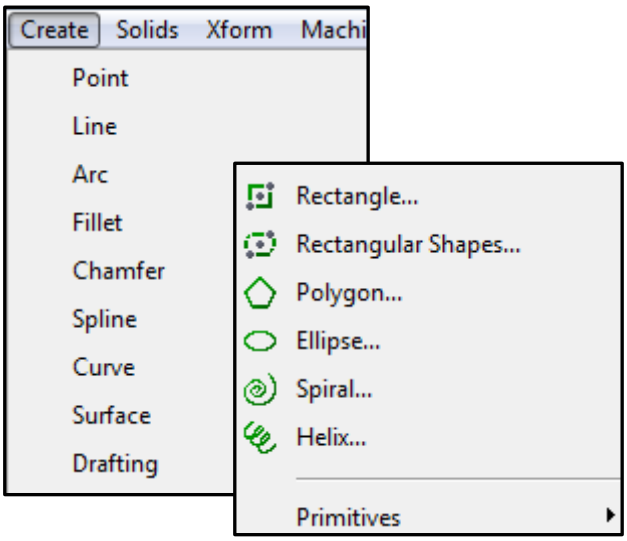
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2. การสร้างภาพชิ้นงาน

ในขั้นตอนการสร้างภาพชิ้นงานเราสามารถนำเข้าไฟล์งานจากการเขียนแบบด้วยโปรแกรมอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โปรแกรม Mastercam หรือจะเขียนแบบด้วยโปรแกรม Mastercam ตามลักษณะของภาพชิ้นงานที่จะนำมาทำการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังนี้

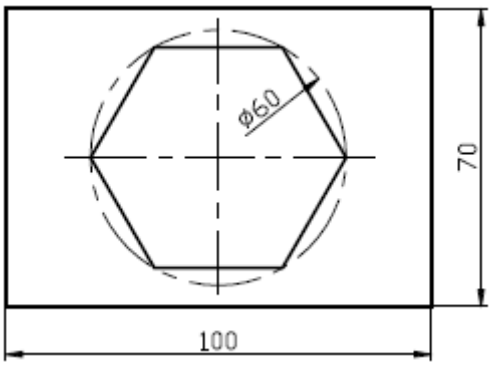
2.1 การเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ

ภาพหน้าตัด 2 มิติ ที่ Menu bar เขียนจากกลุ่มคำสั่ง Create



ภาพที่ 5.3 แสดงคำสั่งย่อยการเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

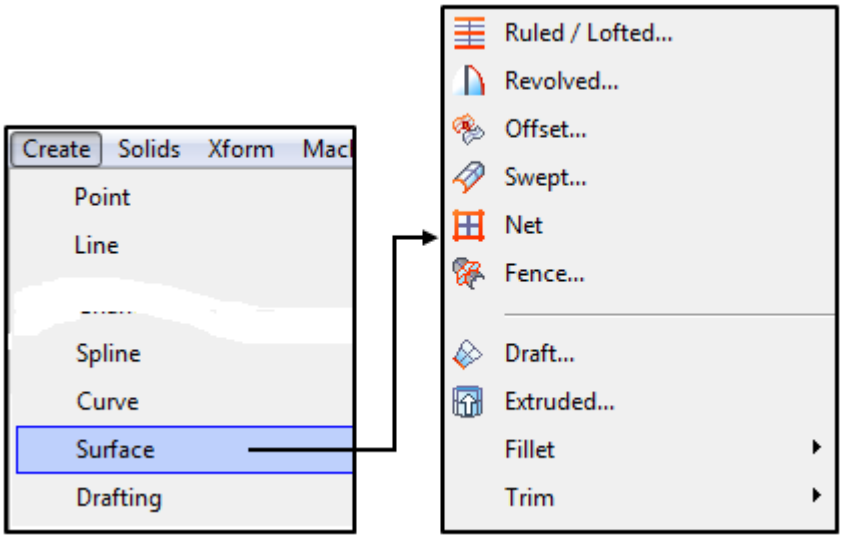


ภาพที่ 5.4 แสดงภาพชิ้นงาน 2 มิติ จากคำสั่ง Create Polygon

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2.2 การเขียนภาพพื้นผิว

ภาพพื้นผิวมีลักษณะเป็นภาพ 3 มิติ ที่ Create เขียนจากกลุ่มคำสั่ง Surface



ภาพที่ 5.5 แสดงคำสั่งย่อยการเขียนภาพพื้นผิว Surface

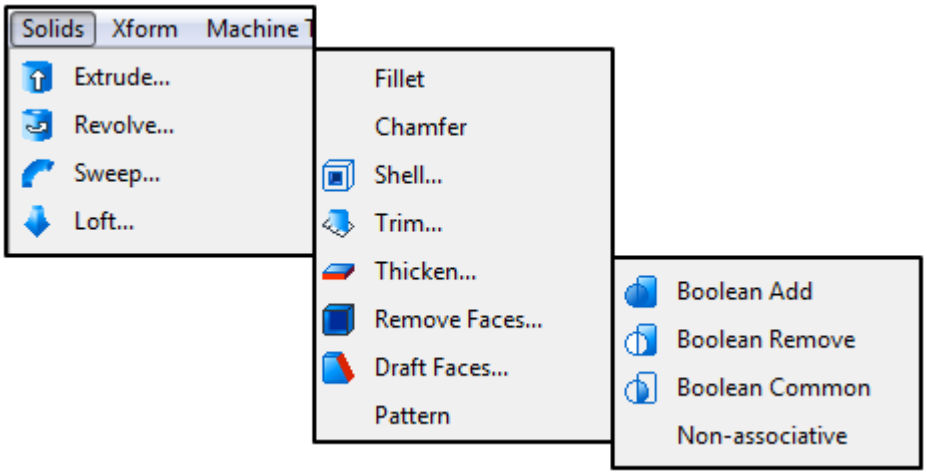
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ภาพที่ 5.6 แสดงภาพชิ้นงานพื้นผิว จากคำสั่ง Surface Revolve

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

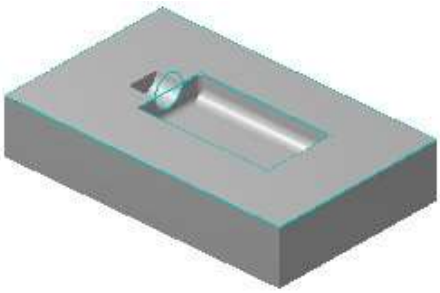
2.3 การเขียนภาพ 3 มิติ

การเขียนภาพ 3 มิตินี้ เป็นการยืดภาพหน้าตัด 2 มิติ ให้เป็นก้อนวัตถุมีรูปทรงเหมือนภาพหน้าตัด 2 มิติ ซึ่งมีความแตกต่างจากภาพ 3 มิติ ของภาพพื้นผิวที่มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายกับแผ่นกระดาษ ภาพ 3 มิตินี้ ที่ Menu bar เขียนด้วยกลุ่มคำสั่ง Solids



ภาพที่ 5.7 แสดงคำสั่งย่อยการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



ภาพที่ 5.8 แสดงภาพชิ้นงาน 3 มิติ จากคำสั่ง Solids Boolean Remove

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3. การสร้างชิ้นงาน

การสร้างชิ้นงานในที่นี้หมายถึงการสร้างก้อนวัตถุให้มีความหนาเปรียบเสมือนการตัดเหล็กที่มีการเผื่อขนาดด้านความกว้าง ยาว สูง เพื่อนำมากัดงานให้ได้ขนาดและรูปร่างตามที่ออกแบบไว้ จากภาพที่ 5.8 ต้องการกัดรูป 6 เหลี่ยม ลึกลงไป 5 มม. ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานดังนี้

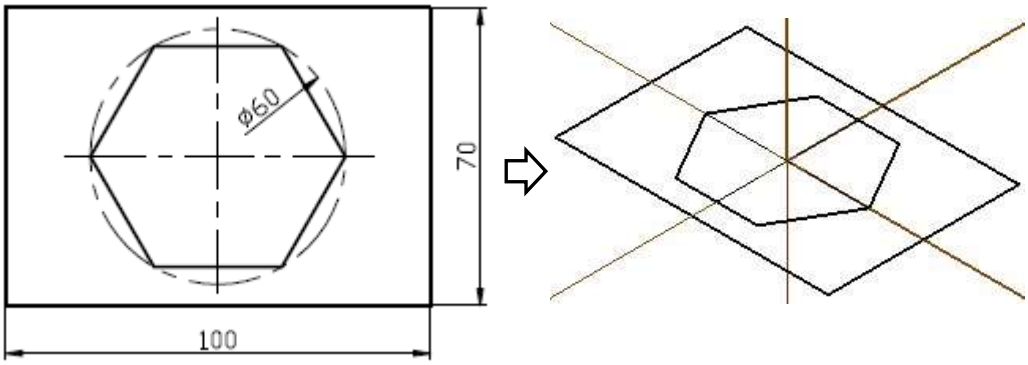
3.1 การเตรียมภาพชิ้นงาน

เป็นการเตรียมภาพชิ้นงานที่เขียนแบบไว้ เพื่อนำไปสร้างชิ้นงาน มีขั้นตอนดังนี้

1.1 เขียนภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ ที่จุด Origin

1.2 ลบเส้นบอกขนาดออก

1.3 คลิกมุมมอง Isometric



ภาพที่ 5.9 แสดงการเตรียมภาพชิ้นงานเพื่อสร้างชิ้นงาน

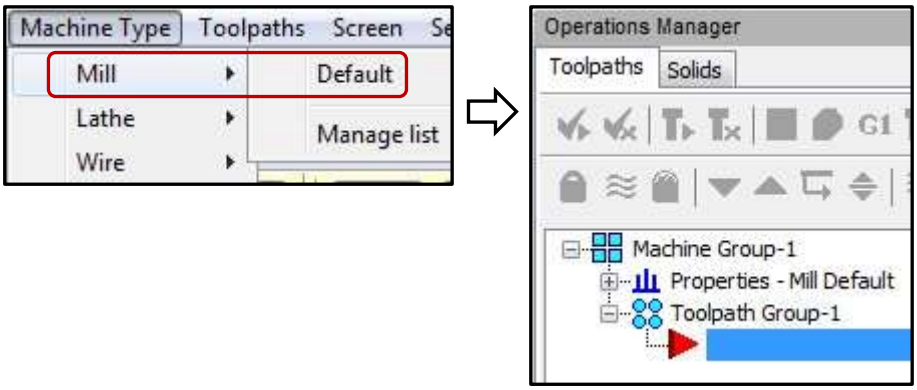
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2 สร้างชิ้นงาน

การสร้างชิ้นงานเป็นการเพิ่มความหนาให้กับภาพหน้าตัด 2 มิติ มีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 เลือกเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

ในที่นี้จะทำการเลือกเครื่องจักรกัด ที่ Menu bar คลิก Machine Type เลือก Mill Default แล้วจะได้กรอบสนทนา Operation Manager เพื่อสร้างชิ้นงาน

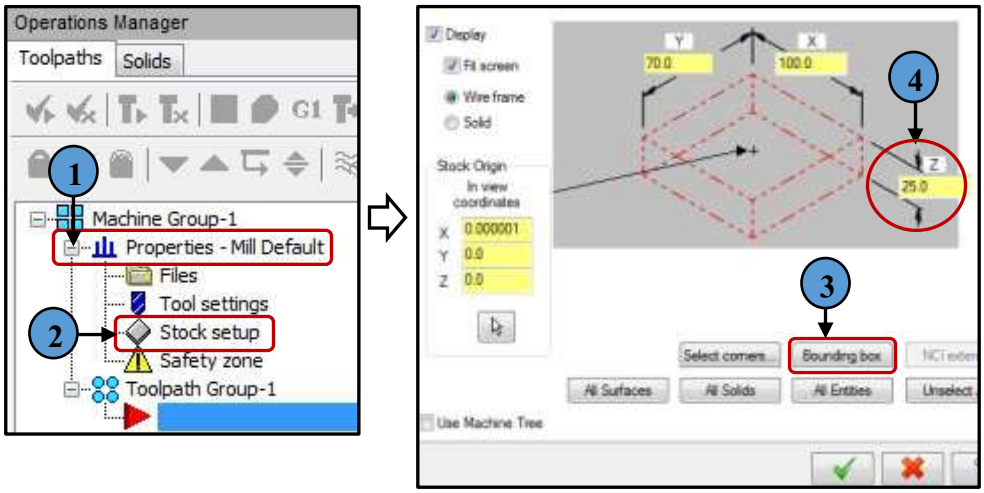


ภาพที่ 5.10 แสดงการเลือกเครื่องจักรเพื่อสร้างชิ้นงาน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

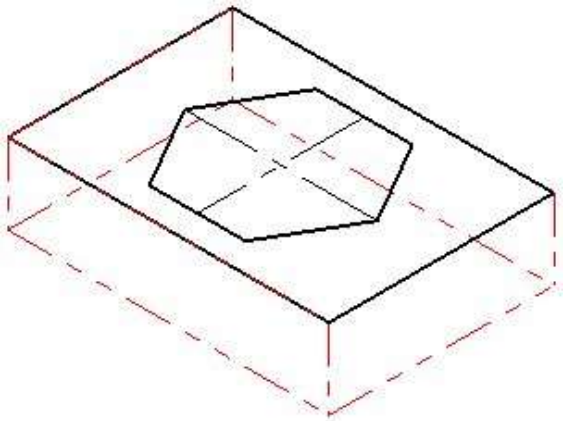
3.2.2 สร้างชิ้นงาน

เป็นการเพิ่มความหนาให้ภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ ในที่นี้จะเพิ่มความหนา 25 มม. ที่กรอบสนทนา Operation Manager คลิก Properties > Mill Default (1) จะได้ Stock Setup (2) คลิก Bounding box (3) หากไม่เผื่อขนาดด้านแกน X, Y คลิก OK แล้วมากำหนดความหนาชิ้นงานที่ Z (4)



ภาพที่ 5.11 แสดงการสร้างชิ้นงานให้มีความหนา

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



ภาพที่ 5.12 แสดงความหนาที่ได้จากการสร้างชิ้นงาน

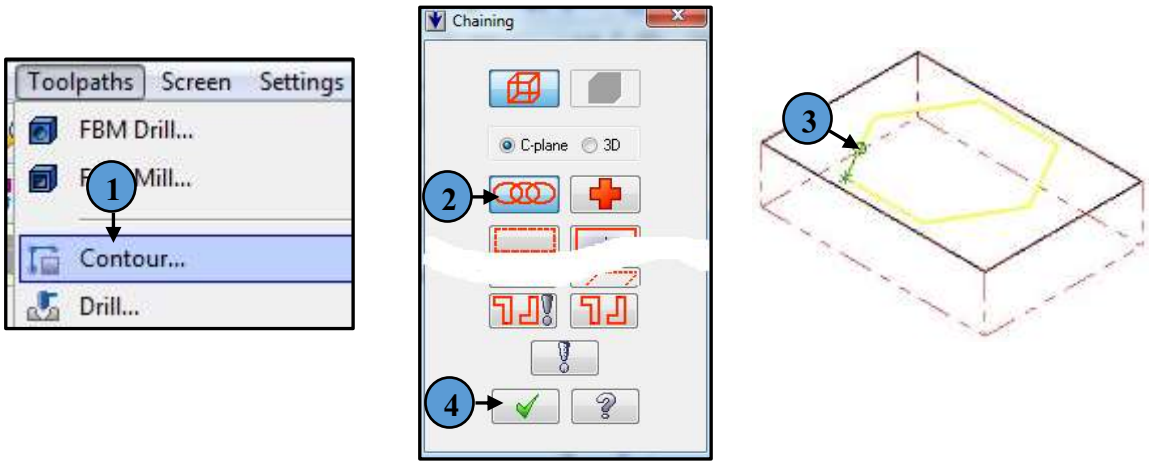
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4. สร้างโปรแกรมทางเดินตัด

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัด หมายถึง การกำหนดกระบวนการตัดเฉือน เช่น ชิ้นงานมีการปาดหน้าเรียบ โปรแกรมทางเดินตัดที่เลือก คือ Face ถ้าเป็นการกัดตามเส้นรอบรูป โปรแกรมทางเดินตัดที่เลือก คือ Contour ฯ การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 เลือกทางเดินตัด

การเลือกทางเดินตัด หรือเป็นการเลือกขบวนการตัดเฉือนโลหะที่ถูกต้องกับแบบงานนั้นเอง จากภาพที่ 5.10 เป็นการสร้างชิ้นงานขนาด 70 x 100 x 25 เพื่อกัดรูป 6 เหลี่ยม ลึกลงไป 5 มม. การกัดเป็นลักษณะการกัดตามเส้นรอบรูป ทางเดินตัดสำหรับกัดเส้นรอบรูป คือ Contour ที่ Menu bar คลิก Toolpaths Contour (1) เลือก Chain (2) แล้วคลิกเส้นรอบรูปที่ต้องการกัด (3) OK (4)

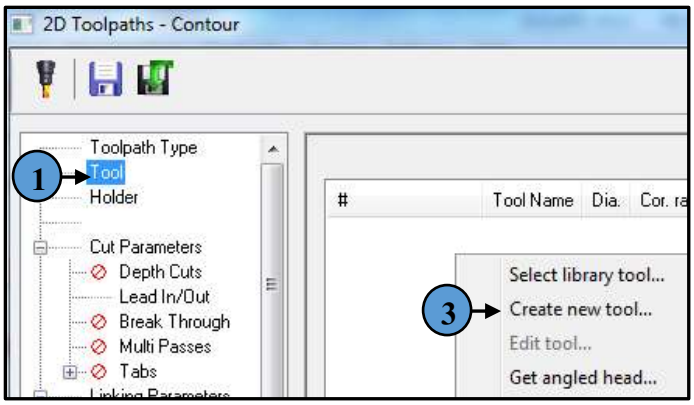


ภาพที่ 5.13 แสดงขั้นตอนการเลือกทางเดินตัดแบบ Contour

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

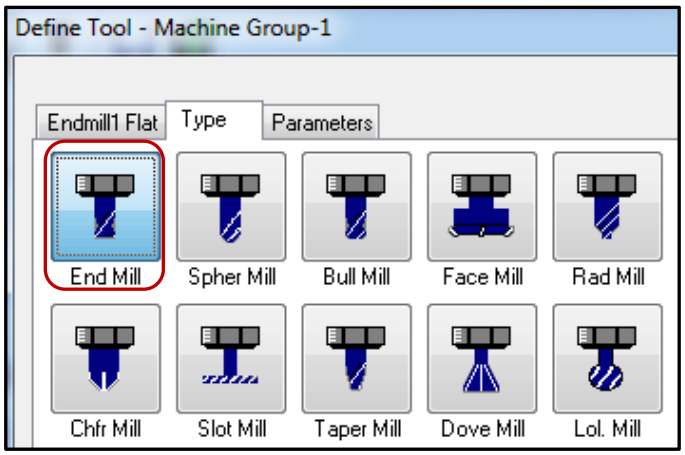
4.2 เลือกเครื่องมือตัด

การเลือกเครื่องมือตัดเป็นการเลือกให้เหมาะสมกับขบวนการตัดเฉือน เพื่อให้มีเครื่องมือให้เลือกใช้ที่กรอบสนทนา 2D Toolpaths > Contour คลิก Tool (1) คลิกเมาส์ขวา Tool List Area (2) คลิก Create new tool (3)



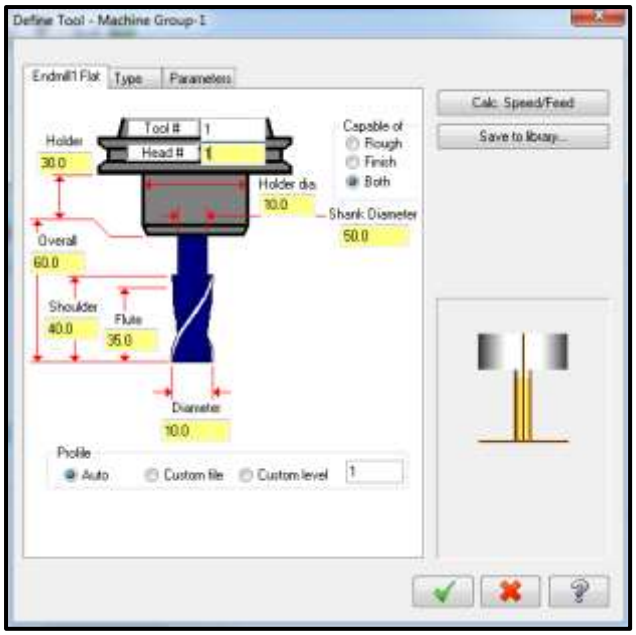
ภาพที่ 5.14 แสดงขั้นตอนการเปิดชนิดเครื่องมือตัด
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

เมื่อคลิก Create new tool จากภาพที่ 5.14 แล้ว จะได้เครื่องมือตัดให้เลือกใช้งาน ดังภาพที่ 5.15 เครื่องมือตัดที่เหมาะสมกับการกัดตามเส้นรอบรูป รูป 6 เหลี่ยม คือ ดอกกัด End mill



ภาพที่ 5.15 แสดงเลือกดอกกัด End Mill กัดตามเส้นรอบรูป รูป 6 เหลี่ยม
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

เมื่อคลิกเลือกดอกกัด End Mill จะได้กรอบสนทนา Define Tool กำหนดขนาด จากตาราง 5.2 ค่าต่าง ๆ ของ Tool มีความหมายดังนี้



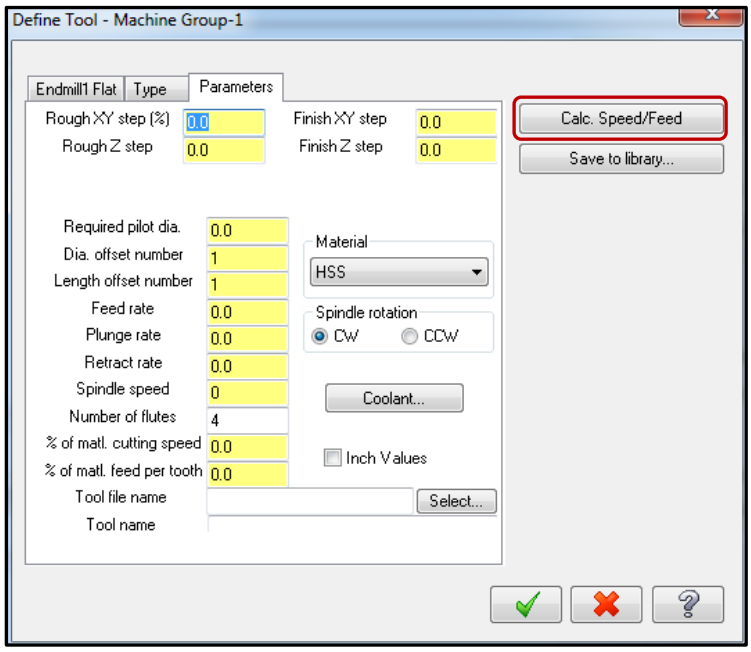
ภาพที่ 5.16 แสดงเลือกดอกกัด End Mill กัดตามเส้นรอบรูป รูป 6 เหลี่ยม
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Diameter	หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัด
Flute	หมายถึง ขนาดความยาวคมตัด
Shoulder	หมายถึง ขนาดความยาวถึงบ่าของดอกกัด
Overall	หมายถึง ขนาดความยาวที่เหลือเมื่อจับส่วนก้าน 70 % ด้วย Holder
Shank Diameter	หมายถึง ขนาดความโตก้านดอกกัด

ตารางที่ 5.2 ความยาวดอกกัด (End mill) ทั่วไปเมื่อเทียบกับเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัด
(ที่มา **:** คู่มือเสนอขายชิ้นค้า บริษัท Sumitomo, 2556)

ø ดอกกัด		ความยาว	ความยาว	ø ดอกกัด		ความยาว	ความยาว
d	**D**	**Lc**	**L**	**d**	**D**	**Lc**	**L**
5	6	22	60	10	10	40	90

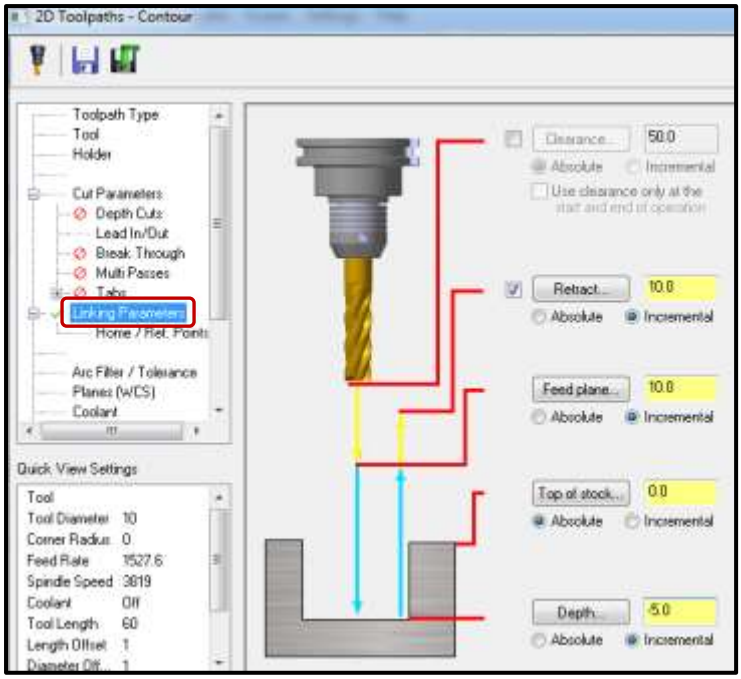
เมื่อกำหนดค่าขนาดเครื่องมือตัดแล้ว คลิ๊ก Parameter จะได้กรอบสนทนาดังภาพที่ 5.17 เพื่อคำนวณค่าเทคนิคการตัดเฉือน โดยให้โปรแกรมคำนวณให้(Calc. Speed/Feed) ค่าต่าง ๆ มีความหมายดังนี้



ภาพที่ 5.17 แสดงกรอบสนทนาการคำนวณค่าข้อมูลทางเทคนิคในการตัดเฉือน
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Feed rate	หมายถึง ความเร็วในการเคลื่อนที่ Tool ระนาบ X, Y
Plunge rate	หมายถึง ความเร็วในการป้อนตัดแนวแกน Z
Retract rate	หมายถึง ความเร็วในการยกเครื่องมือตัดขึ้นจากชิ้นงาน
Spindle speed	หมายถึง ความเร็วในการหมุนเครื่องมือตัด
Number of flutes	หมายถึง จำนวนฟันหรือคมตัดของดอกกัด

เมื่อกำหนดข้อมูลทางเทคนิคในการตัดเฉือนเสร็จแล้วคลิก OK ที่เครื่องหมายถูกสีเขียวจะได้กรอบสนทนา 2D Toolpaths - Contour อีกครั้ง คลิกที่ Linking Parameter เพื่อกำหนดความลึกในการกัด และค่าอื่น ๆ ในกรอบสนทนาดังภาพที่ 5.17 มีความหมายดังนี้

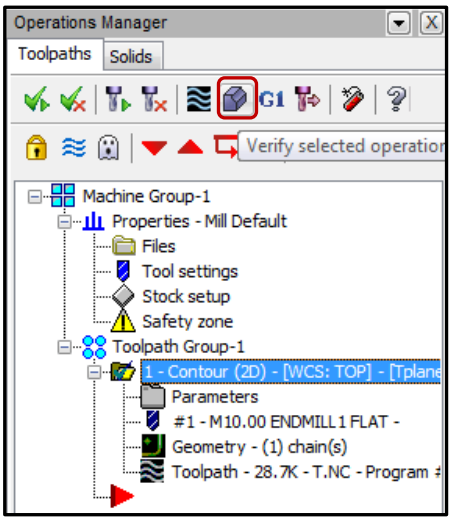


ภาพที่ 5.18 แสดงกรอบสนทนากำหนดความลึกในการกัด Depth -5

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Retract	หมายถึง ค่าตำแหน่งการยกขึ้นของ Tool
Feed plane	หมายถึง ค่าตำแหน่งที่ Tool เคลื่อนที่ลงด้วย G01
Top of stock	หมายถึง ค่าตำแหน่งสูงสุดของชิ้นงานก่อนกัด
Depth	หมายถึง ค่าความลึกการกัด

เมื่อกำหนดความลึกในการกัดเสร็จ คลิก OK จะได้กรอบสนทนา Operations Manager ดังภาพที่ 5.19 คลิกที่ Verify Selected Operation

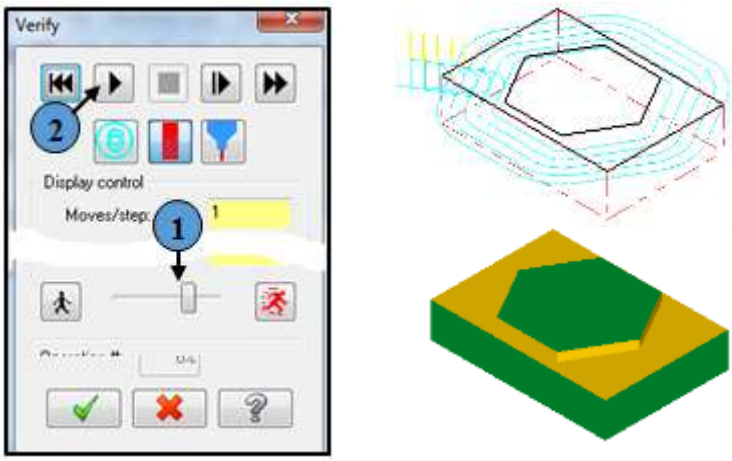


ภาพที่ 5.19 แสดงกรอบสนทนา Operations Manager

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.3 จำลองการทำงาน (Verify)

เมื่อคลิกที่ Verify Selected Operation จะได้กรอบสนทนา Verify ดังภาพที่ 5.18 เลื่อน Scrollbar (1) เพื่อปรับความเร็วการจำลองการทำงาน แล้วคลิกปุ่ม Machine (2) เริ่มจำลองการทำงาน

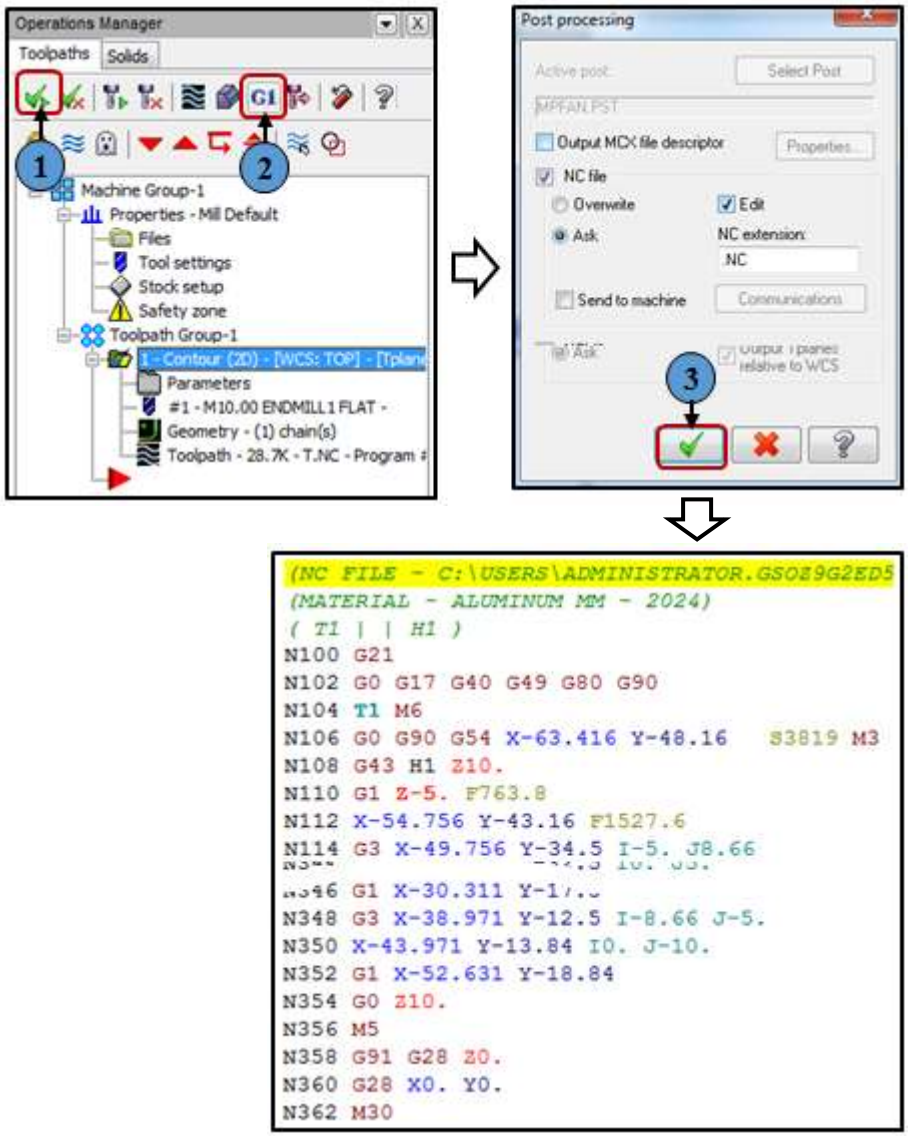


ภาพที่ 5.20 แสดงการจำลองการทำงาน(Simulation)

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5. แปลง NCI File เป็น NC-Code

การแปลง NCI File หรือการ Post G-Code เพื่อให้ได้ NC Code ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับเครื่องซีเอ็นซี NC Code ในแต่ละบรรทัดจะประกอบไปด้วย รหัสตัวอักษรตัวเลข และสัญลักษณ์พิเศษ ขั้นตอนการแปลง NCI File เป็น NC-Code ที่กรอบสนทนา Operations Manager เลือกทางเดินกัดทั้งหมด Select All Operation (1) คลิก GI Post Selected Operation (2) จะได้ กรอบสนทนา Post Processing ไม่ต้องตั้งค่าสามารถใช้ค่า Default ที่กำหนดในโปรแกรมได้เลย คลิก OK (3) จะได้ NC Code ดังภาพที่ 5.20



ภาพที่ 5.21 แสดงขั้นตอนการ Post NC Code

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 5
เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 15 คะแนน

1. จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงเขียนขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (5 คะแนน)

ขั้นตอนที่ 1	**ตัวเลือก**
ขั้นตอนที่ 2	- เลือกทางเดินตัด
ขั้นตอนที่ 3	- เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ
ขั้นตอนที่ 4	- เลือกเครื่องมือตัด
ขั้นตอนที่ 5	- สร้างชิ้นงาน
	- Post G-Code

2. จงจับคู่วิธีสร้างภาพชิ้นงานจากตัวเลือกที่กำหนดให้ (3 คะแนน)

		ตัวเลือก
2.1 ภาพหน้าตัด 2 มิติ	สร้างด้วยคำสั่ง.....……	A = Solid
2.2 ภาพพื้นผิว	สร้างด้วยคำสั่ง.....……	B = Surface
2.3 ภาพ 3 มิติ	สร้างด้วยคำสั่ง.....……..	C = Create

3. จงบอกความหมายของคำต่อไปนี้จากตัวเลือกที่กำหนดให้ (7 คะแนน)

…..3.1 Feed rate หมายถึง	A = ระยะการป้อนกัดชิ้นงาน
…..3.2 Plunge rate หมายถึง	B = ค่าระดับความลึกการกัดชิ้นงานของ Tool
…..3.3 Retract rate หมายถึง	C = ความเร็วการป้อนตัดของ Tool แนวแกน – Z
…..3.4 Retract หมายถึง	D = ระยะห่างของ Tool ก่อนกัดงานที่ระดับผิวงาน
…..3.5 Feed plane หมายถึง	E = ความเร็วการยก Tool ขึ้นแนวแกน +Z
…..3.6 Top of stock หมายถึง	F = ความเร็วการป้อนตัดของ Tool แนวแกน X, Y
…..3.7 Depth หมายถึง	G = ความเร็วรอบการหมุนของเพลาขับ
	H = ระยะการยกของ Tool

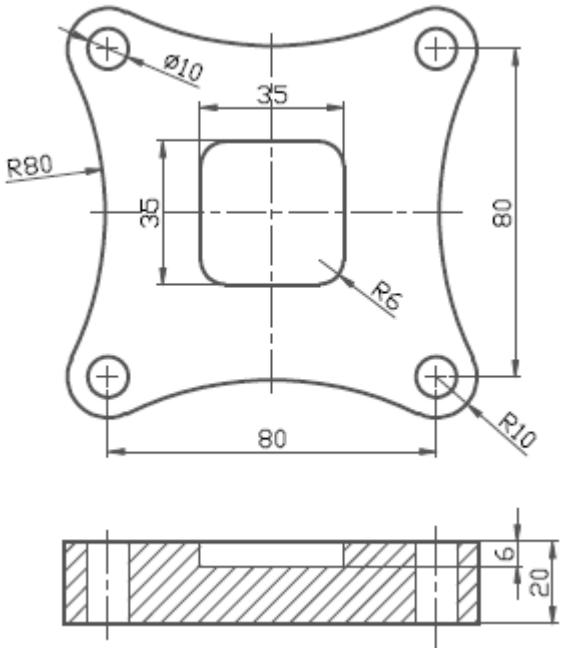
ใบงานที่ 5

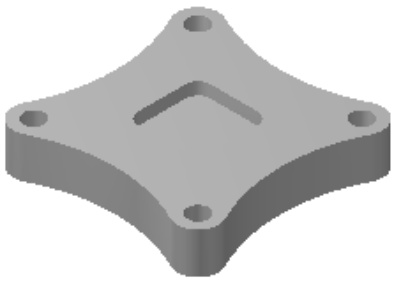
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- จัดลำดับขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้





Material : Aliminium 2024

เครื่องมือ/อุปกรณ์

ใบเตรียมปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. หาขนาด Tool ของแต่ลงขั้นการปฏิบัติงาน จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้ หากจับ Tool เข้าไปใน Holder 70 % ของความยาวก้าน
2. คำนวณหาค่า Parameter ของแต่ละขั้นการปฏิบัติงาน จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้

2.1 สูตรคำนวณอัตราป้อนงานกัด (Feed rate)

สูตรความเร็วโต๊ะงาน $vf = f_z \times n \times z$

เมื่อ vf คือ ความเร็วโต๊ะงาน มม./นาที f_z คือ อัตราป้อนต่อฟัน มม./ฟัน

n คือ ความเร็วรอบเพลางาน รอบ/นาที z คือ จำนวนฟันของเครื่องมือตัด

2.2 สูตรความเร็วรอบของเพลาขับและเพลางาน

สูตรคำนวณความเร็วรอบ $n = \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d}$

เมื่อ V_C คือ ความเร็วตัด เมตร / นาที

d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเครื่องมือตัด มิลลิเมตร

n คือ ความเร็วรอบของเพลางาน รอบ / นาที

π คือ เป็นค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 3.1416

ข้อเสนอแนะ

ขั้นการเจาะ (Drill) ให้ใช้ค่า V_c เหล็กนิ่ม = 70 m/min, ค่า f = 0.2 mm/rev

เวลาในการปฏิบัติงาน 60 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5

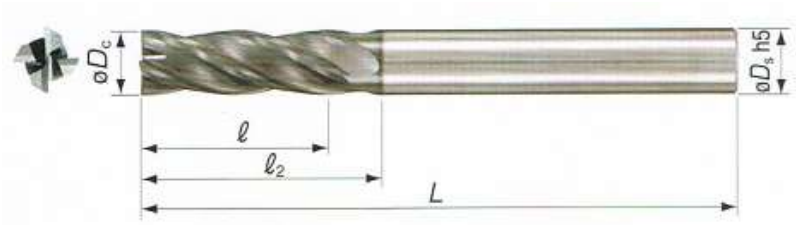
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	Contour	1. End Mill - Ø 12 mm. - No. of flutes : 4 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p กัดบ่า = Max a_e กัดบ่า = Depth =
2	Pocket	2. End Mill - Ø 10 mm. - No. of flutes : 4 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p กัดร่อง = Depth =
3	Drill	3. Center Drill#3 - Ø 10 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rate = Spindle Speed = Depth =
		4. Twin Drill - Ø 10 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rate = Spindle Speed = Depth =

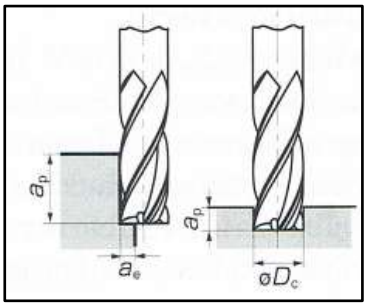
ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : End mill **Material** : HSS



หมายเลขรุ่น	øDc	ℓ	ℓ2	L	øDs
GSX 40100C-3D	1.0	3.0	4.0	40	4
GSX 40150C-3D	1.5	4.5	5.5	40	4
GSX 40200C-3D	2.0	6.0	7.0	40	4
GSX 40250C-3D	2.5	7.5	8.5	40	4
GSX 40300C-3D	3.0	9.0	10.5	50	6
GSX 40400C-3D	4.0	12.0	13.5	50	6
GSX 40500C-3D	5.0	15.0	17.0	50	6
GSX 40600C-3D	6.0	18.0	—	50	6
GSX 40800C-3D	8.0	24.0	—	70	8
GSX 41000C-3D	10.0	30.0	—	90	10
GSX 41200C-3D	12.0	36.0	—	90	12
GSX 41600C-3D	16.0	48.0	—	110	16
GSX 42000C-3D	20.0	60.0	—	120	20

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด



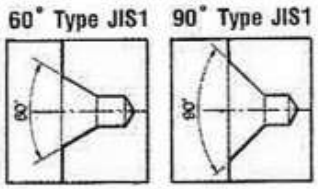
➢ **เงื่อนไขการกัดแนะนำ (HSS End Mill)**

	Cutter Diameter (มม.)	Aluminium Brass Speed (รอบ/นาที)	Aluminium Brass Feed (มม./นาที)	Steel 600 N/mm^2 Speed (รอบ/นาที)	Steel 600 N/mm^2 Feed (มม./นาที)	Cast Iron Bronze Speed (รอบ/นาที)	Cast Iron Bronze Feed (มม./นาที)
	3	6000	70	3000	35	1900	22
	4	5000	80	2500	38	1500	25
	5	4000	92	2000	46	1300	32
	6	3000	140	1500	70	950	45
	8	2450	190	1200	97	750	57
	10	2000	216	1000	107	625	64
	12	1500	254	750	127	475	84
	16	1200	254	600	127	375	84
	20	1000	229	500	114	300	76
กัดบ่า	ความลึก a_p	2.5Dc					
	ความลึก a_e	0.03Dc					
กัดร่อง	ความลึก a_p	0.1Dc		0.2Dc			

ที่มา : https://www.Siamcncmachinery.com/webboard/index.php?topic=1976.0

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Center Drill **Material** : HSS

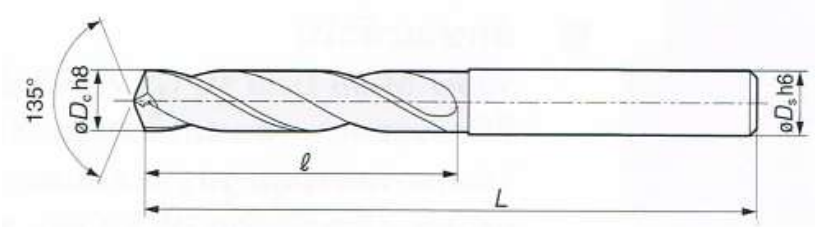


CX CODE	NOMINAL SIZE	d SIZE	D SIZE	L SIZE	ℓ
CT03-06-3874	0.7	0.7	3.5	35	0.7
CT03-06-3876	1	1	4.0	35	1.1
CT03-06-3878	1.5	1.5	5.0	40	1.6
CT03-06-3880	2	2	6.0	45	2.1
CT03-06-3882	2.5	2.5	8.0	50	2.6
CT03-06-3884	3	3	10.0	55	3.2
CT03-06-3886	4	4	12.0	66	4.2
CT03-06-3888	5	5	14.0	78	5.3
CT03-06-3890	6	6	18.0	90	6.3

ที่มา : http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Twins Drill **Material** : HSS



ø Dc (mm)	ø Ds (mm)	ชื่อรุ่น	ความยาว (mm)	
			L	1
5	5	MDW 0460	61	25
6	6	MDW 0560	65	27
7	7	MDW 0660	73	33
8	8	MDW 0760	78	36
9	9	MDW 0860	82	38
10	10	MDW 0960	87	41
11	11	MDW 1060	93	45
12	12	MDW 1160	100	47

➢ **เงื่อนไขการเจาะแนะนำ** (**Vc** : อัตราเร็วตัด m/min, **f** : อัตราการป้อน mm/rev)

เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน øDc (mm)		เหล็กนิ่ม (~200HB)	เหล็กทั่วไป (~300HB)	สแตนเลส สตีล (~200HB)	เหล็กหล่อ (FC250)
~3	Vc	30~70	30~70	10~40	40~70
	f	0.10~0.20	0.10~0.20	0.06~0.12	0.15~0.25
~5	Vc	40~100	40~100	15~55	40~70
	f	0.15~0.25	0.15~0.25	0.08~0.15	0.15~0.30
~10	Vc	50~130	50~130	15~60	50~80
	f	0.20~0.35	0.20~0.35	0.10~0.20	0.20~0.35
~16	Vc	60~140	60~140	20~60	60~100
	f	0.25~0.35	0.25~0.35	0.10~0.20	0.25~0.35

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

	แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 5 **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่องาน :** งานขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	**หน่วยที่ 5** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง** **จำนวน 1 ชั่วโมง**

ข้อที่	**รายการประเมิน**	**ดีมาก (10)**	**ดี (7)**	**พอใช้ (5)**	**ปรับปรุง (3)**
1	ขนาด End mill ø 12 mm				
2	ค่า Parameter End mill ø 12 mm				
3	ขนาด End mill ø 10 mm				
4	ค่า Parameter End mill ø 10 mm				
5	ขนาด Center drill Nominal size 3				
6	ค่า Parameter Center drill Nominal size 3				
7	ขนาด Twins drill ø 10 mm				
8	ค่า Parameter Twins drill ø 10 mm				
9	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5		**เกณฑ์การประเมิน**	
ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง	ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ	70 – 79	**ดี**
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ	60 – 69	**พอใช้**
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง	50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
		น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 5 เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือ

ก. การเลือกเครื่องมือตัด ข. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัด

ค. การเลือกเครื่องจักร ง. การเขียนแบบภาพชิ้นงาน

2. เพื่อให้ค้นหาไฟล์นำเข้าได้รวดเร็ว ควรทำตามข้อใด

ก. ค้นหาจากชื่อไฟล์ ข. เปลี่ยนหน่วยการวัดเป็นเมตริก

ค. เลือกโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์งาน ง. เลือกนามสกุลไฟล์ให้ตรงกับที่จะนำเข้า

3. การคัดลอกภาพชิ้นงานวาง ณ.ตำแหน่งใด ๆ ใช้คำสั่งใดต่อไปนี้

ก. Copy ข. Crete

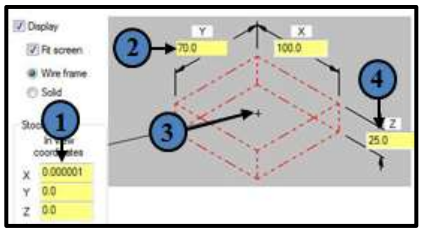
ค. Move ง. Rotate

4. การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติคำสั่งใดต่อไปนี้สร้างได้ง่ายและเร็วที่สุด

ก. Create ข. Surface

ค. Solids ง. Primitives

5. จุดศูนย์งานสังเกตจากหมายเลขใดในภาพ



ข. 1 ข. 2

ค. 3 ง. 4

6. ขั้นตอนตามข้อใดต่อไปนี้คือการเลือกเครื่องมือตัด

ก. Create / Solid ข. Create New Tool

ค. Toolpaths / Contour ง. Machine Type / Stock up

7. ตัวเลือกตามข้อใดหมายถึงการสร้างโปรแกรมทางเดินกันปาดหน้า

ก. Drill ข. Face

ค. Pocket ง. Surface

8. กดเลือก Tool bar ใดที่กรอบสนทนา Operation Manager เพื่อดูทางเดินกัด

ก. ข.

ค. ง.

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 5 เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1. ง
2. ง
3. ค
4. ก
5. ง
6. ค
7. ค
8. ข

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 5
เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 15 คะแนน

1. จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงเขียนขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (5 คะแนน)

	ตัวเลือก
ขั้นตอนที่ 1 …**เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ**……	
ขั้นตอนที่ 2 …**สร้างชิ้นงาน**……	- เลือกทางเดินตัด
ขั้นตอนที่ 3 …**เลือกทางเดินตัด**……	- เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ
ขั้นตอนที่ 4 …**เลือกเครื่องมือตัด.**……	- เลือกเครื่องมือตัด
ขั้นตอนที่ 5 …**Post G-Code**……	- สร้างชิ้นงาน
	- Post G-Code

2. จงจับคู่วิธีสร้างภาพชิ้นงานจากตัวเลือกที่กำหนดให้ (3 คะแนน)

		ตัวเลือก
2.1 ภาพหน้าตัด 2 มิติ	สร้างด้วยคำสั่ง……**C**..……	A = Solid
2.2 ภาพพื้นผิว	สร้างด้วยคำสั่ง……**B**..……	B = Surface
2.3 ภาพ 3 มิติ	สร้างด้วยคำสั่ง……**A**..……..	C = Create

3. จงบอกความหมายของคำต่อไปนี้จากตัวเลือกที่กำหนดให้ (7 คะแนน)

…**F**..3.1 Feed rate หมายถึง	A = ระนาบป้อนกัดชิ้นงาน X, Y
…**C**..3.2 Plunge rate หมายถึง	B = ค่าระดับความลึกการกัดชิ้นงานของ Tool
…**E**..3.3 Retract rate หมายถึง	C = ความเร็วการป้อนตัดของ Tool แนวแกน – Z
…**H**..3.4 Retract หมายถึง	D = ระยะห่างของ Tool ก่อนกัดงานที่ระดับผิวงาน
…**A**..3.5 Feed plane หมายถึง	E = ความเร็วการยก Tool ขึ้นแนวแกน +Z
…**D**..3.6 Top of stock หมายถึง	F = ความเร็วการป้อนตัดของ Tool แนวแกน X, Y
…**B**..3.7 Depth หมายถึง	G = ความเร็วรอบการหมุนของเพลาขับ
	H = ระยะการยกของ Tool

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 5 เรื่อง ขั้นตอนการผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

---

1. ค
2. ข
3. ก
4. ง
5. ค
6. ข
7. ข
8. ง

โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 6

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ **จำนวน** 15 **ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

<u>ทฤษฎี</u>

1. การจัดการเครื่องมือตัด
2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ
4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม
5. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า
6. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ
7. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed

<u>ปฏิบัติ</u>

1. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
2. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม
3. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปและกัดหลุม
4. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed

รายการสอน	จุดประสงค์การสอน
<u>ทฤษฎี</u>	
1. การจัดการเครื่องมือตัด	1. บอกวิธีเลือกเครื่องมือตัดเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินตัดได้
2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป	2. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปได้
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ	3. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะได้
4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม	4. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมได้
5. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า	5. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้าได้
6. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ	6. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความได้
7. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed	7. อธิบายการสร้างทางเดินตัดด้วยคำสั่ง 2D High Speed ได้

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จำนวน 15 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">รายการสอน</td><td>จุดประสงค์การสอน</td></tr>
<tr><td colspan="2"><u>ปฏิบัติ</u>
1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2มิติ
4. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed</td><td>1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปได้
2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมได้
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2มิติได้
4. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speedได้</td></tr>
<tr><td colspan="3">วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต</td></tr>
<tr><td colspan="2">สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอน หน่วยที่ 6 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอน หน่วยที่ 6 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ</td><td>เอกสารอ้างอิง : บรรณานุกรมลำดับที่ 6,8,22</td></tr>
<tr><td colspan="3">การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบ / แบบฝึกหัดท้ายบท /ใบงาน /ประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</td></tr>
</table>

แผนการสอนที่ 10	**หน่วยที่ 6**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 1**
หน่วยที่ 6 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การจัดการเครื่องมือตัด
2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานก่อน แล้วทำการเลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งานหรือสร้างเครื่องมือตัดใหม่ จากนั้นทำการจัดการเครื่องมือตัด (Tool Manager) ตั้งค่าเกี่ยวกับเครื่องมือตัด เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องมือตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านเครื่องมือตัด ฯ ตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับการตัดเฉือน เช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ Tool ระนาบ X, Y, ความเร็วในการยกเครื่องมือตัดขึ้นจากชิ้นงาน ฯ เพื่อการกัดตามเส้นรอบรูปเส้นตรง เส้นโค้ง หรือเส้นอิสระ โปรแกรมทางเดินตัดตามเส้นรอบรูปคือ Toolpath Contour

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเครื่องมือตัด การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. **ด้านความรู้ (K)** นักศึกษา…
   1.1 บอกวิธีเลือกเครื่องมือตัดเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัดได้
   1.2 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปได้
   1.3 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

2.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปได้

2.2 สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (10 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ เลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งาน คลิก Select Library Tool เป็นดอกกัด End mill ø 10 mm จัดการตั้งค่าเครื่องมือตัด แล้วสร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามเส้นรอบรูป Toolpaths / Contour แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. ดอกกัด End mill ø 10 mm เลือกมาได้อย่างไร
2. โปรแกรมมาสเตอร์แคมรู้ได้อย่างไรว่าต้องกัดรูปทรงไหน
3. คำสั่ง Toolpaths / Contour คืออะไร

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การจัดการเครื่องมือตัด

2.2 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

2.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 10 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป ใบงานที่ 6.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 6.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป(40 นาที) ใบงานที่ 6.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม (50 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (40 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการจัดการเครื่องมือตัด การใช้งานคำสั่งการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด Contour และ Drill (20 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.1 และใบงานที่ 6.2 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

1.2 ใบงานที่ 6.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

1.3 ใบงานที่ 6.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกัดตามเส้นรอบรูป เจาะรู และกัดหลุม

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แผ่นที่ 1-18

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม
3. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ไม่มี

กิจกรรมเสนอแนะ

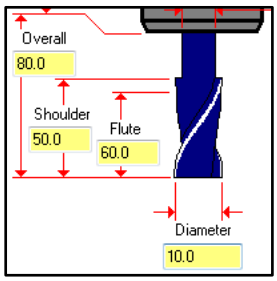
1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการจัดการเครื่องมือตัดเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามเส้นรอบรูป

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาสร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามเส้นรอบรูปด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 6 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. จากรูปการตั้งค่าขนาดดอกกัดส่วนใดตั้งค่า ผิด



ก. Diameter 10

ข. Shoulder 50

ค. Flute 60

ง. Overall 80

2. ข้อใดคือค่า Parameters ความเร็วในการป้อนตัดในแนวแกน X, Y

ก. Feed X, Y ข. Plunge rate

ค. Retract rate ง. Feed rate

3. ข้อใด ไม่ใช่ การตั้งค่า Stock to leave สำหรับการกัดหยาบ

ก. Stock to leave X,Y = 0.2 ข. Stock to leave Z = 0.2

ค. Stock to leave X,Y,Z = 0.2 ง. Stock to leave X,Y = 0.0

4. จากรูปจะต้องตั้งค่า Parameters ใดจึงจะสามารถกัดเนื้อโลหะส่วนที่เหลือได้หมด

ก. Depth Cut

ข. Lead in/out

ค. Multi Passes

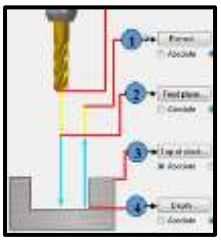
ง. Keep tool down

5. ค่า Linking Parameter ใดคือการตั้งค่าการกัดลึกในแนวแกน Z

ก. Depth ข. Retract

ค. Feed Plane ง. Top of Stock

6. จากภาพช่องหมายเลย 3 เป็นการตั้งค่า Linking Parameter เกี่ยวกับข้อใด



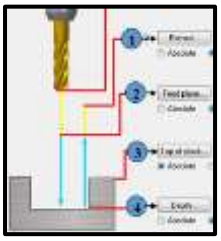
ก. ความลึกรูเจาะแนวแกน Z

ข. ระยะยกขึ้นของดอกสว่าน

ค. ระยะเผื่อผิวงานแนวแกน Z

ง. ความเร็วเคลื่อนที่ดอกสว่านระนาบ X, Y

7. จากภาพช่องหมายเลย 4 เป็นการตั้งค่า Linking Parameter เกี่ยวกับข้อใด



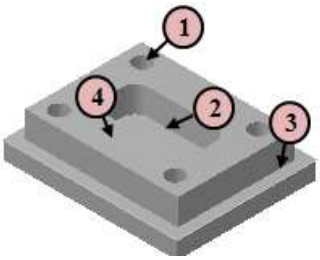
ก. ความลึกรูเจาะแนวแกน Z

ข. ระยะยกขึ้นของดอกสว่าน

ค. ระยะเผื่อผิวงานแนวแกน Z

ง. ความเร็วเคลื่อนที่ดอกสว่านระนาบ X, Y

จากรูปและตัวเลือกใช้ตอบคำถามข้อ 8 – 9



ก. Face Toolpath

ข. Drill Toolpath

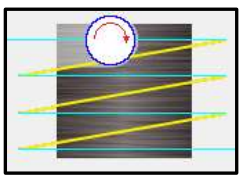
ค. Contour Toolpath

ง. Pocket Toolpath

8. จากรูปต้องการกัดส่วนที่ 2 ต้องเลือกการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดแบบใด

9. จากรูปต้องการกัดส่วนที่ 3 ต้องเลือกการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดแบบใด

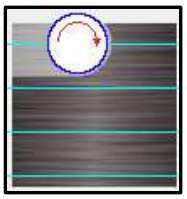
10. จากภาพเป็นการกัดงานปาดหน้ารูปแบบ (Style) ตามข้อใด



ก. One Way ข. One Pass

ค. Zigzag ง. Dynamic

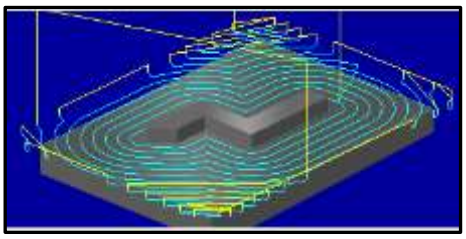
11. จากภาพเป็นการกัดงานปาดหน้ารูปแบบ (Style) ตามข้อใด



ก. One Way ข. One Pass

ค. Zigzag ง. Dynamic

12. จากภาพเป็นการสาธิตการกัดด้วยคำสั่ง Toolpath 2D High Speed รูปแบบการกัดตามข้อใด



ก. Core Mill

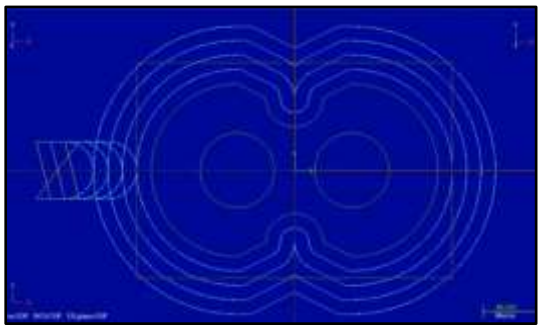
ข. Area Mill

ค. Dynamic Core Mill

ง. Dynamic Area Mill

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	**หน่วยที่ 6** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานก่อน แล้วทำการค้นหาหรือสร้างเครื่องมือเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินตัด ชิ้นงานที่ต้องการปาดผิวหน้าเรียบ ต้องสร้างโปรแกรมทางเดินตัดปาดหน้าด้วยคำสั่ง Toolpaths, Face การกัดตามเส้นรอบรูปเส้นตรง เส้นโค้งหรือเส้นอิสระ สร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามเส้นรอบรูปด้วย Toolpaths, Contour การเจาะชิ้นงานสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะด้วยคำสั่ง Toolpaths, Drill ชิ้นงานที่กัดเป็นหลุมมีความลึกหรือกัดทะลุสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยคำสั่ง Toolpaths, Pocket ส่วนการกัดเป็นหลุมที่มีเกาะอาจใช้การสร้างโปรแกรมทางเดินด้วยคำสั่ง 2D High Speed คำสั่งนี้เป็นการรวมรูปแบบการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดทั้งหมดมาไว้ที่คำสั่งนี้คำสั่งเดียว มีความรวดเร็วในการใช้งาน แต่การใช้งานจะมีความซับซ้อนกว่าการใช้คำสั่งการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดอื่น ๆ เล็กน้อย



"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างทางเดินกัด 2 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์" https://www.youtube.com/watch?v=uSoHnv-wmsI

ภาพที่ 6.1 แสดงทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=uSoHnv-wmsI

1. การจัดการเครื่องมือตัด

การจัดการเครื่องมือตัด (Tool Manager) เป็นการเลือกเครื่องมือตัดและการตั้งค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตัดเฉือน เช่น ขนาดเครื่องมือตัด ความเร็วรอบ อัตราป้อน ฯลฯ การจัดการเครื่องมือตัดต้องทำหลังจากเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ มีขั้นตอนเกี่ยวกับการจัดการเครื่องมือตัดได้ ดังนี้

1.1 ขั้นการเตรียมการ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้

1.1.1 เลือกเครื่องจักรที่ Menu bar คลิก Machine Type

1.1.2 สร้างชิ้นงานที่กรอบสนทนา Operation Manager คลิก Stock Setup

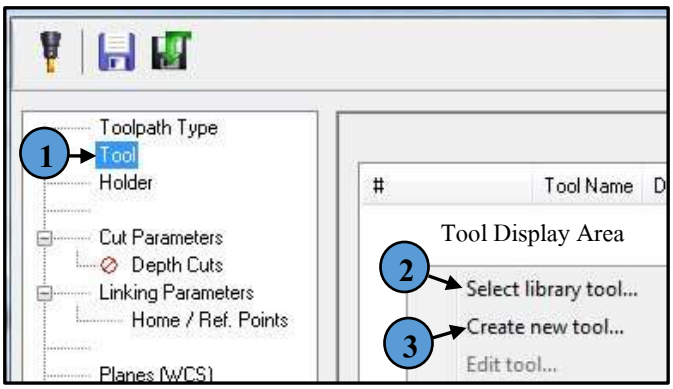
1.1.3 เลือกทางเดินตัดที่ Menu bar คลิก Toolpaths

1.2 เลือกเครื่องมือตัด

การจัดการเครื่องมือตัดจะทำหลังจากเลือกทางเดินตัด (Toolpaths) แล้วคลิกที่ Tool (1) การเลือกเครื่องมือตัด เลือกได้ 2 วิธี โดย แล้วคลิกขวาที่ Tool Display Area จะได้กรอบสนทนาเพื่อเลือกเครื่องมือตัด ดังนี้

1.2.1 เลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งาน คลิก Select Library Tool (2)

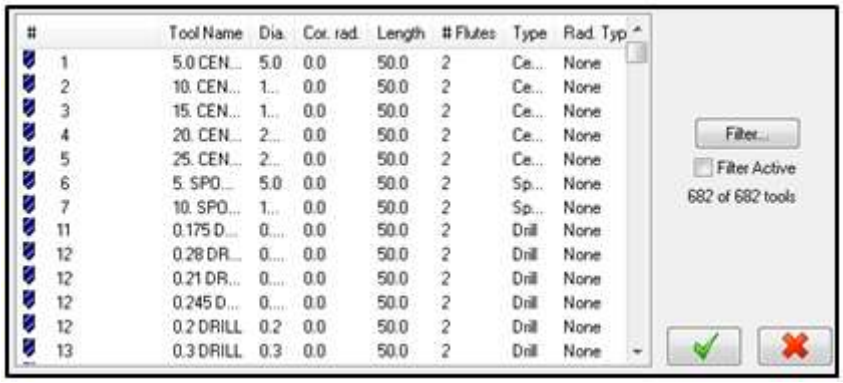
1.2.2 สร้างเครื่องมือตัดใหม่ คลิก Create New Tool (3)



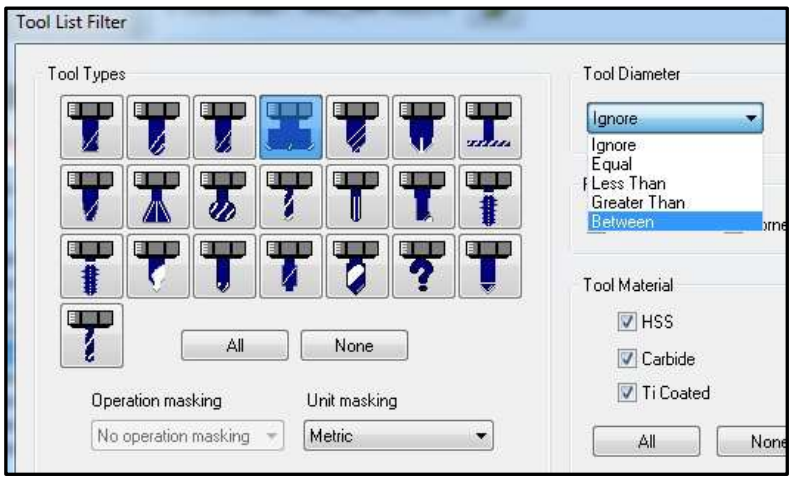
ภาพที่ 6.2 แสดงวิธีการเลือกเครื่องมือตัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

การเลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งาน จะได้รายการเครื่องมือตัดดังภาพที่ 6.3 อาจเสียเวลาในการค้นหาเครื่องมือที่ต้องการใช้ สามารถให้คำสั่ง Filter ค้นหาเครื่องมือที่ต้องการดังภาพที่ 6.4 โดยเลือกเครื่องมือตามชนิดที่ต้องการใช้ สามารถเลือกใช้ได้ง่าย และรวดเร็ว



ภาพที่ 6.3 แสดงรายการเครื่องมือตัดจาก Select Library Tool
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



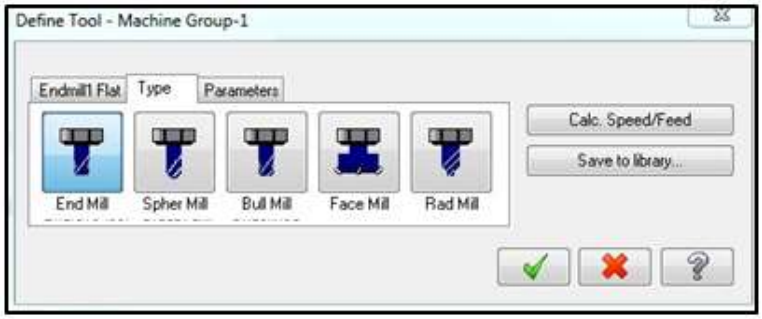
ภาพที่ 6.4 แสดงชนิดและขนาดของเครื่องมือตัดจากการ Filter
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

การค้นหาเครื่องมือตัด (Filter) ดังภาพที่ 6.4 นอกจากค้นหาจากชนิดเครื่องมือตัดแล้ว (Tool Type) ยังสามารถค้นหาจากขนาดของเครื่องมือตัด (Tool Diameter) ชนิดนั้น ๆ ได้อีก ดังนี้

Ignore	หมายถึง	ไม่เลือก
Equal	หมายถึง	เลือกขนาดที่เท่ากับ
Less Than	หมายถึง	เลือกเฉพาะขนาดที่น้อยกว่า
Greater Than	หมายถึง	เลือกเฉพาะขนาดที่มากกว่า
Between	หมายถึง	เลือกขนาดเครื่องมือระหว่าง

การสร้างเครื่องมือตัด (Create New Tool) จะมีความสะดวกตรงที่หาชนิดเครื่องมือตัดง่าย แต่จะเสียเวลาในการกำหนดขนาด ตั้งค่าการตัดเฉือน การสร้างเครื่องมือตัดมีขั้นตอนดังนี้

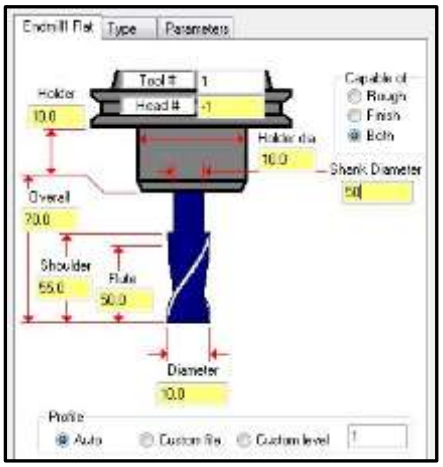
1. เลือกชนิดเครื่องมือตัด ดังภาพที่ 6.5
2. กำหนดขนาดเครื่องมือตัด ดังภาพที่ 6.6
3. กำหนดข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือน ดังภาพที่ 6.7



ภาพที่ 6.5 แสดงชนิดเครื่องมือตัดจากการ Create New Tool
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.3 ตั้งค่าเครื่องมือตัด (Tool)

การเลือกเครื่องมือตัดจาก Create New Tool จะต้องทำการตั้งค่าเครื่องมือตัดเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับขนาดของเครื่องมือตัด เช่น หมายเลขเครื่องมือตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ความยาวคมตัด การตั้งค่าขนาดดอกกัด End mill ดังภาพที่ 6.5

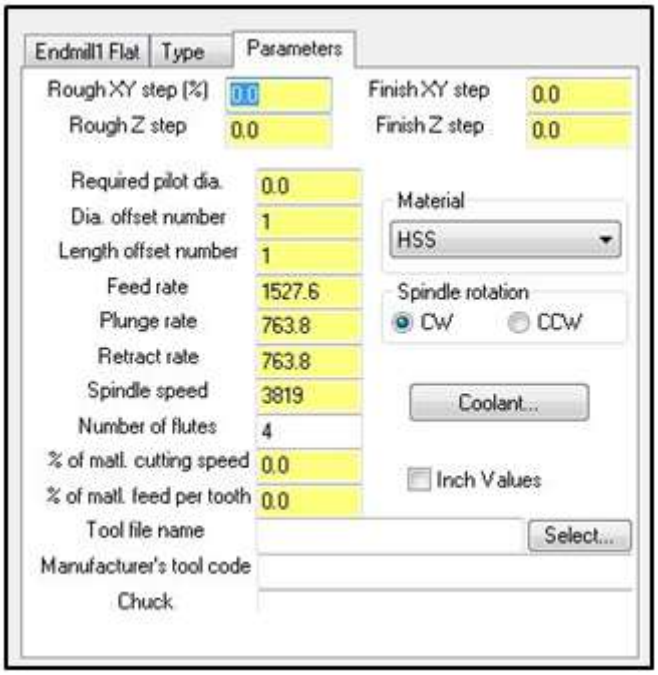


ภาพที่ 6.6 แสดงกรอบสนทนาการตั้งค่าเครื่องมือตัด
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Tool #	หมายถึง	หมายเลขของเครื่องมือตัดต้องไม่ซ้ำกัน
Holder	หมายถึง	ระยะจากความยาวของหัวจับ
Holder diameter	หมายถึง	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวจับ
Shank diameter	หมายถึง	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านเครื่องมือตัด
Overall	หมายถึง	ขนาดความยาวที่เหลือเมื่อจับส่วนก้าน 70 % ด้วย Holder
Shoulder	หมายถึง	ขนาดความยาวจากปลายคมตัดถึงบ่าของดอกกัด
Flute	หมายถึง	ขนาดความยาวคมตัด
Diameter	หมายถึง	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัด

1.4 ตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือน (Parameter)

ข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือนจะทำการตั้งค่าเมื่อการเลือกเครื่องมือตัดจาก Create New Tool หรือจะทำการตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือนใหม่จากการเลือกเครื่องมือตัดด้วย Select Library Tool การตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือนเป็นการตั้งค่าเกี่ยวกับ จำนวนฟันของเครื่องมือตัด อัตราป้อน ความเร็วการเคลื่อนที่เครื่องมือตัดระนาบ X, Y และ Z ความเร็วรอบ เป็นต้น การตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือน ดังภาพที่ 6.6



ภาพที่ 6.7 แสดงกรอบสนทนาการตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคการตัดเฉือน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Rough / Finish XY step (%) หมายถึง เปอร์เซ็นต์การกัดหยาบ /กัดละเอียดในแนวแกนX,Y

Rough / Finish Z step หมายถึง เปอร์เซนต์การกัดหยาบ / กัดละเอียดในแนวแกน Z

Required pilot dia หมายถึง ขนาดต่ำสุดของขนาดเครื่องมือตัดที่ใช้ในการเจาะนำ

Dia offset number หมายถึง หมายเลขเครื่องมือตัดเพื่อชดเชยรัศมีดอกกัด

Length offset number หมายถึง หมายเลขเครื่องมือตัดเพื่อชดเชยความยาวดอกกัด

Feed rate หมายถึง ค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ Tool ระนาบ X, Y

Plunge rate หมายถึง ค่าความเร็วในการป้อนตัดแนวแกน Z

Retract rate หมายถึง ค่าความเร็วในการยกเครื่องมือตัดขึ้น

Spindle speed หมายถึง ค่าความเร็วในการหมุนเครื่องมือตัด

Number of flutes หมายถึง จำนวนฟันหรือคมตัดของดอกกัด

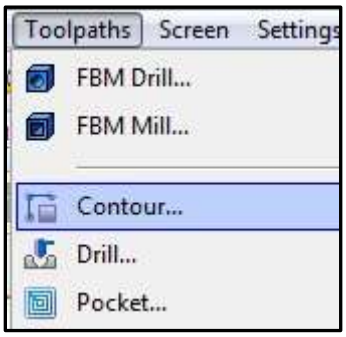
Material หมายถึง วัสดุเครื่องมือตัด

Spindle rotation หมายถึง ทิศทางการหมุนเครื่องมือตัด

Coolant หมายถึง การเปิด / ปิด น้ำหล่อเย็น

2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

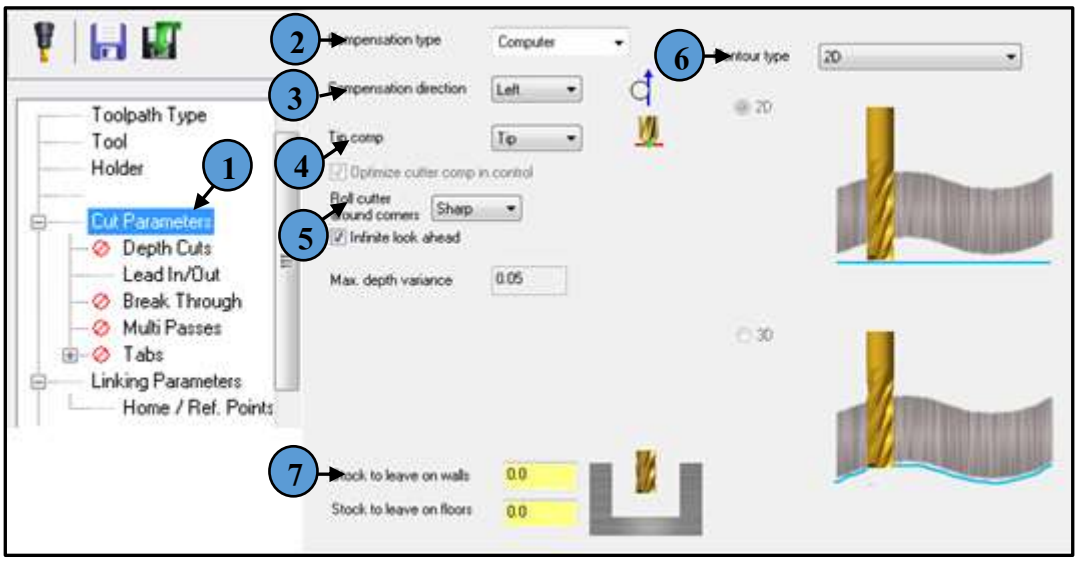
การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป (Contour) เป็นการกัดชิ้นงาน 2 มิติ และ 3 มิติ ที่ประกอบด้วย เส้นตรง (Lines) เส้นโค้ง (Arcs) เส้นอิสระ (splines) โดยรูปทั้งหมดอยู่บนระนาบเดียวกัน (Cplane) สร้างโปรแกรมทางเดินกัดได้ไม่จำกัดจำนวน โดยที่ Toolpaths คลิก Contour



ภาพที่ 6.8 แสดงการเลือกโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

เมื่อคลิกที่เส้นรอบรูปที่จะทำการกัดแล้วจะได้กรอบสนทนา 2D Toolpaths – Contour คลิกที่ Cut Parameters (1) ประกอบด้วยการจัดการรูปแบบการตัดเฉือน ดังนี้



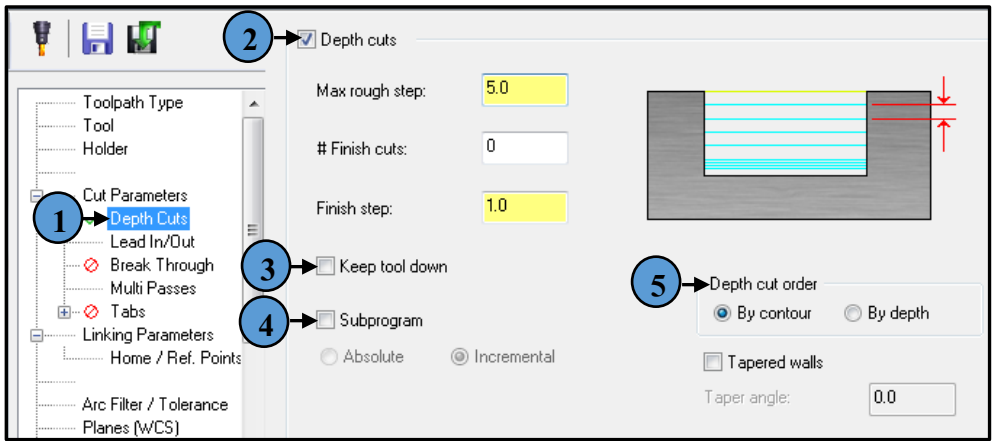
ภาพที่ 6.9 แสดงการจัดการเครื่องมือตัดเมื่อเลือก Cut Parameters

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Compensation Type (2)	หมายถึง ชนิดการชดเชย ประกอบด้วย
Computer	หมายถึง คำนวณการชดเชยรัศมีดอกกัด
Control	หมายถึง โปรแกรมคำนวณการชดเชยให้
Note	หมายถึง การชดเชยสัมพันธ์กับการเผื่อเนื้อวัสดุ
Wear	หมายถึง การชดเชยสัมพันธ์กับทิศทางเดินกัด
Reverse Wear	หมายถึง การชดเชยมีทิศทางเดินกัดตรงข้ามกับ Wear
Off	หมายถึง ไม่มีการชดเชย
Compensation Direction (3)	หมายถึง ทิศทางการชดเชยสัมพันธ์กับทางเดินกัดประกอบด้วย
Left	หมายถึง เครื่องมือตัดอยู่ด้าน**ซ้าย**ของทางเดินกัด
Right	หมายถึง เครื่องมือตัดอยู่ด้าน**ขวา**ของทางเดินกัด
Tip Comp (4)	หมายถึง การชดเชยความยาวเครื่องมือตัด ประกอบด้วย
Tip	หมายถึง ชดเชยอ้างอิงที่ปลายดอกกัด
Center	หมายถึง ชดเชยอ้างอิงที่จุดศูนย์กลางส่วนโค้งปลายดอกกัด

Roll cutter around corners (5)	หมายถึง การสั่งให้เครื่องมือตัดหมุนวน ประกอบด้วย
None	หมายถึง ไม่มีการหมุนวนที่มุมชิ้นงาน
Sharp	หมายถึง หมุนวนที่มุมแหลมเพียงมุมเดียว < 135 องศา
All	หมายถึง หมุนวนรอบมุมแหลมทุกมุม
Contour Type (6)	หมายถึง ชนิดการกัดตามเส้นรอบรูป ประกอบด้วย
2D	หมายถึง การกัดรอบรูปภาพ 2 มิติ
2D Chamfer	หมายถึง การกัดลบมุมภาพ 2 มิติ - การลบมุมตามเส้นรอบรูป ค่า Linking Parameter, Depth = 0 และ Compensation Type = Computer - การลบมุมรูดว้าน Compensation Type = Off ค่า Linking Parameter, Depth = โดยประมาณ
Ramp	หมายถึง การกัดพื้นลาดเอียงมุม
Remachining	หมายถึง การจัดการกับเนื้อวัสดุที่เผื่อไว้
Stock to leave (7)	หมายถึง การเหลือเนื้อวัสดุไว้ ประกอบด้วย
Stock to leave on Walls	หมายถึง การเหลือเนื้อวัสดุไว้ด้านแกน X, Y
Stock to leave on Floors	หมายถึง การเหลือเนื้อวัสดุไว้ด้านแกน Z

การกัดลึกหากมีความลึกในการกัดมาก ๆ เช่น กัดลึก 20 มม. การกัดเพียงครั้งเดียวอาจทำให้ดอกกัดหักได้ จำเป็นต้องแบ่งชั้นการกัดลึก โดยคลิกที่ Depth Cuts (1) ประกอบด้วยการจัดการกัดลึก ดังนี้

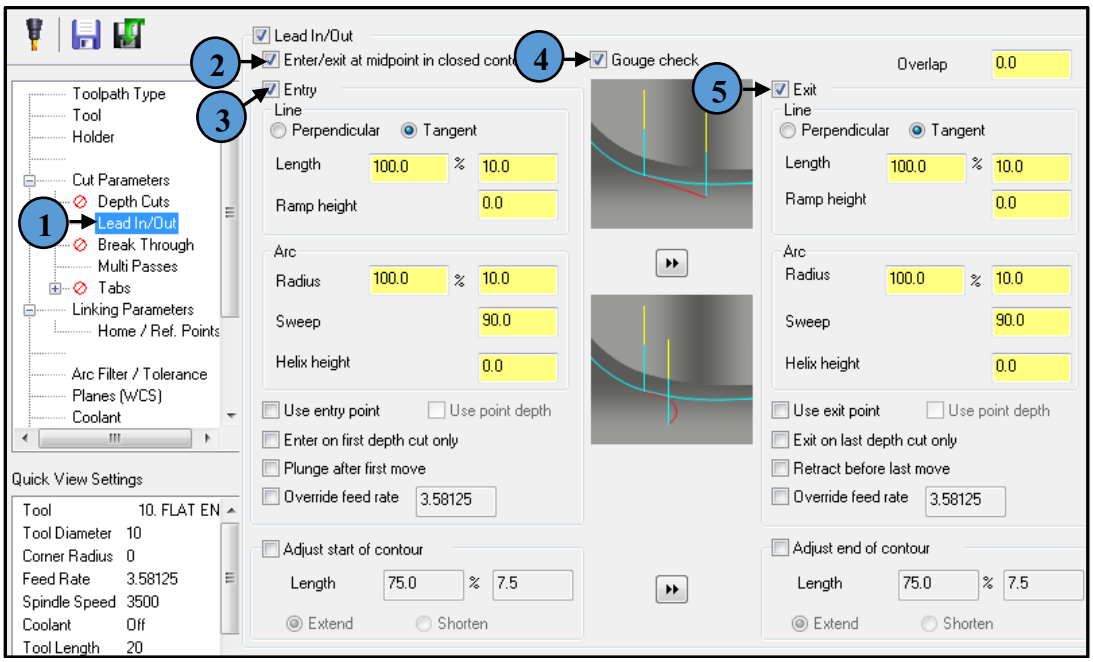


ภาพที่ 6.10 แสดงการจัดการความลึกการกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Depth Cuts (2)	หมายถึง การจัดการกัดลึกตามแนวแกน Z ประกอบด้วย
Max rough step	หมายถึง ค่าความลึกกัดมากสุดแต่ละครั้ง
Finish passes	หมายถึง จำนวนครั้งการกัดละเอียด
Finish step	หมายถึง ค่าการกัดละเอียดแต่ละครั้ง
Keep tool down (3)	หมายถึง การกัดแต่ละครั้งไม่ต้องยกดอกกัดขึ้นไปที่ระดับ Retract
Subprogram (4)	หมายถึง โปรแกรมที่ทำงานซ้ำๆ ให้สร้างเป็นโปรแกรมย่อย
Depth cut order (5)	หมายถึง กำหนดรูปแบบการกัด ประกอบด้วย
By Contour	หมายถึง กัดตามเส้นรอบรูปก่อน จึงกัดรูปแบบอื่น
By depth	หมายถึง กัดที่ระดับความลึกน้อยก่อน แล้วกัดที่ความลึกถัดไป

รูปแบบการเข้ากัดงาน ออกจากงานของดอกกัดมีผลโดยตรงต่อความเรียบของผิวงานตรงบริเวณเข้าออกนั้นและจะมีผลทำให้ดอกกัดหักได้หากเข้ากัดงานตรง ๆ การจัดการเข้าออกของดอกกัดจึงมีความสำคัญอย่างมากสำหรับการกัดตามเส้นรอบรูป โดยคลิกที่ Lead in/out (1) ประกอบด้วย



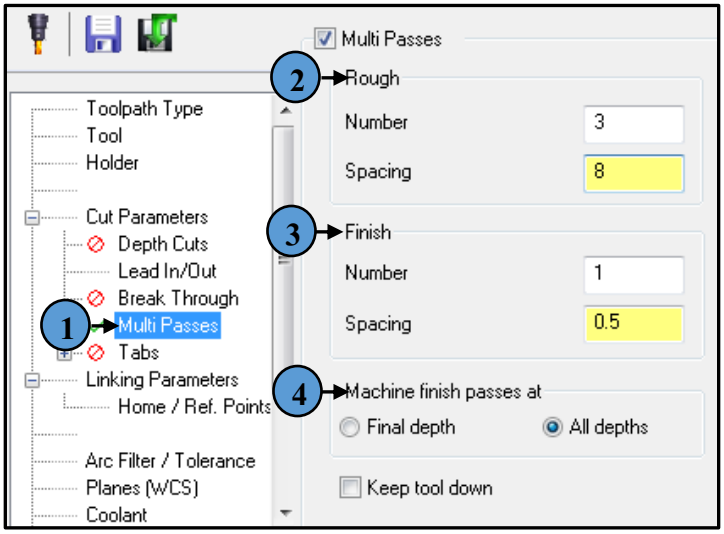
ภาพที่ 6.11 แสดงการจัดการการเข้า-ออกของดอกกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Enter/exit at midpoint	
in closed contours (2)	หมายถึง เข้า-ออกที่จุดกึ่งกลางของเส้นปิด
Entry (3)	หมายถึง รูปแบบการเข้ากัด ประกอบด้วย
Perpendicular	หมายถึง การเข้าตั้งฉากกับเส้นรอบรูป
Tangent	หมายถึง การเข้าสัมผัสกับเส้นรอบรูป
Gouge check (4)	หมายถึง ยืนยันการเข้า-ออกของดอกกัดที่ตำแหน่งเดิม
Exit (5)	หมายถึง รูปแบบการออกของดอกกัด ประกอบด้วย
Perpendicular	หมายถึง การออกตั้งฉากกับเส้นรอบรูป
Tangent	หมายถึง การออกสัมผัสกับเส้นรอบรูป

การกัดตามเส้นรอบรูปหากเริ่มต้นกัดที่เส้นรอบรูปที่เลือกอาจมีชิ้นงานบางส่วนไม่ถูกกัด มีลักษณะเป็นการเซาะร่อง ดังภาพที่ 6.12 ปัญหาลักษณะแก้ไขโดยการเพิ่มจำนวนวนรอบการกัดตามเส้นรอบรูป ด้วยคำสั่ง Multi Passes (1)

ภาพที่ 6.12 แสดงปัญหาการกัดงานตามเส้นรอบรูป
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



ภาพที่ 6.13 แสดงการจัดการกับจำนวนวนรอบการกัดตามเส้นรอบรูป

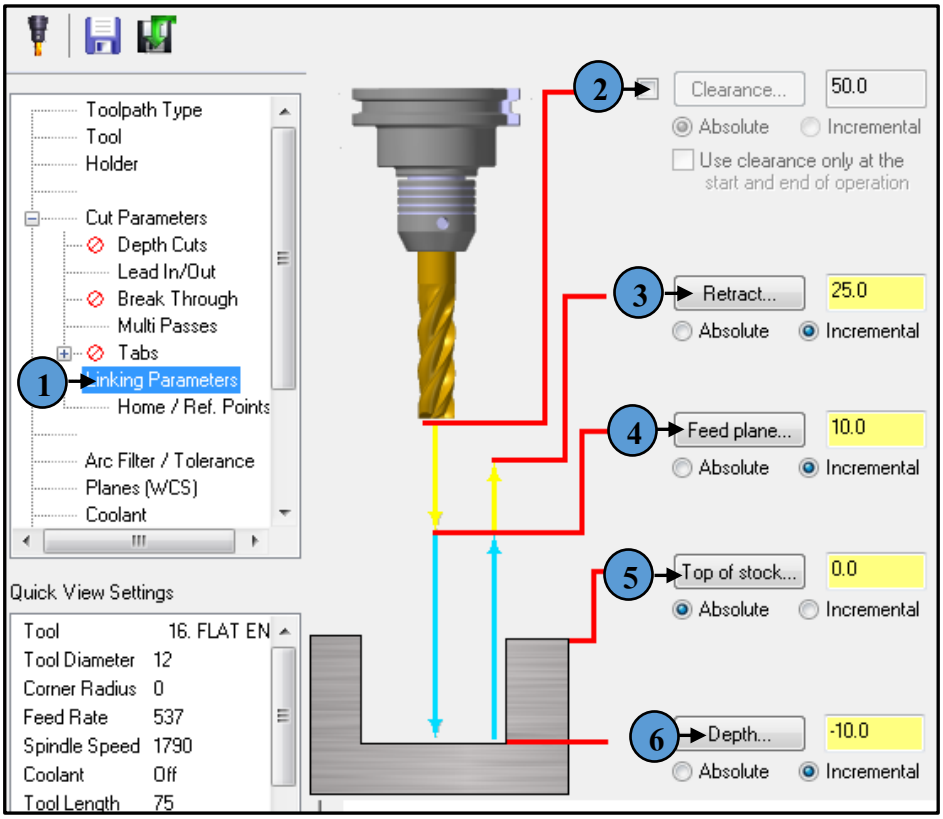
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Multi Passes (1)	หมายถึง การกัดวนรอบตามเส้นรอบรูปหลายรอบ
Rough (2)	หมายถึง การกัดหยาบ ประกอบด้วย
Number	หมายถึง จำนวนวนรอบกัดหยาบ
Spacing	หมายถึง ระยะเคลื่อนที่ของดอกกัดการกัดแต่ละรอบ
Finish (3)	หมายถึง การกัดละเอียด
Machine finish passes at (4)	หมายถึง การกัดละเอียดกระทำที่ความลึกแบบใด
Final depth	หมายถึง ค่าการกัดที่ระดับความลึกสุดท้าย
All depths	หมายถึง ค่าการกัดที่ทุกระดับชั้นความลึกกัดหยาบ

ภาพที่ 6.14 แสดงชิ้นงานเมื่อกัดตามเส้นรอบรูปด้วยคำสั่ง Multi passes

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

การกำหนดความลึกในการกัด คลิกที่ Linking Parameters (1) ที่ Linking Parameters นอกจากกำหนดความลึกกัดแล้วยังกำหนดค่าความสูงระยะยกของเครื่องมือตัด ค่าอัตราการป้อนระนาบ X, Y เมื่อเครื่องมือตัดยกขึ้นเหนือผิวงาน ดังภาพที่ 6.15

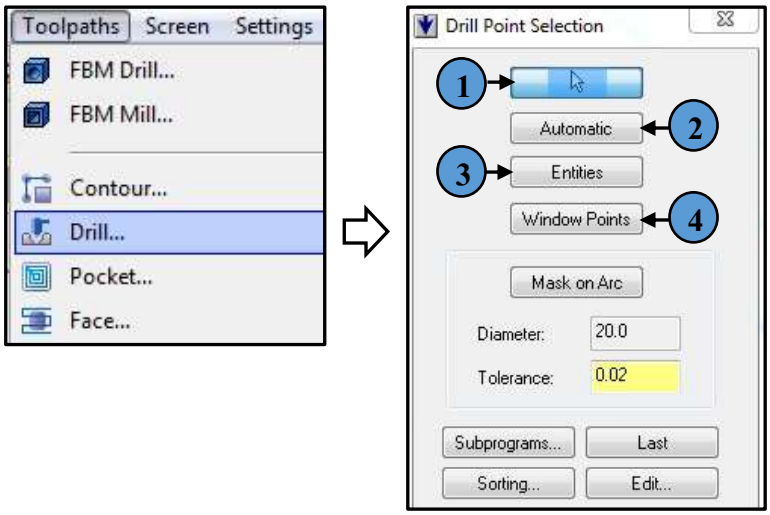


ภาพที่ 6.15 แสดงชิ้นงานการกัดตามเส้นรอบรูปด้วยคำสั่ง Multi passes
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Parameter (1)	หมายถึง การตั้งค่าการกัด
Clearance (2)	หมายถึง ค่าตำแหน่งที่ Tool เคลื่อนที่จาก Home ด้วย G00
Retract (3)	หมายถึง ค่าตำแหน่งการยกขึ้นของ Tool
Feed plane (4)	หมายถึง ค่าตำแหน่งที่ Tool เคลื่อนที่ลงด้วย G01
Top of stock (5)	หมายถึง ค่าตำแหน่งสูงสุดของชิ้นงานก่อนกัด
Depth (6)	หมายถึง ค่าความลึกการกัด

3. การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ

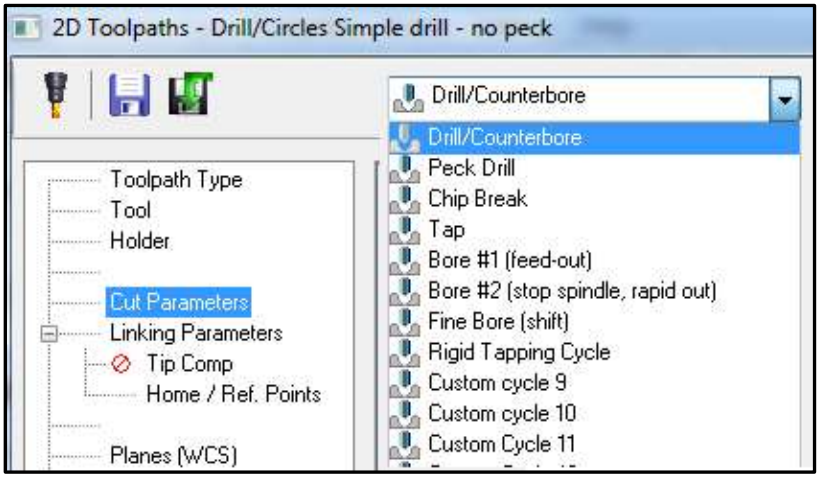
การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะชิ้นงาน (Drill) โดยใช้วงกลมเพื่อสร้างจุด (Point) ตรงจุดศูนย์กลางของวงกลมในการกำหนดตำแหน่งของการเจาะ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เส้นรอบรูปของวงกลม ในการสร้างจุดตำแหน่งของการเจาะ หรือจะกำหนดจุดเองก็ได้ การเข้าสู่การโปรแกรมทางเดินเจาะเลือกไปที่ Toolpaths, Drill ดังภาพที่ 6.16



ภาพที่ 6.16 แสดงการเข้าสู่การทำงานการสร้างทางเดินเจาะ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Select drill points (1)	หมายถึง เลือกจุดที่ต้องการเจาะ
Automatic (2)	หมายถึง เลือกแบบอัตโนมัติ
Entities (3)	หมายถึง เลือกจากเส้นรอบรูป
Window Points (4)	หมายถึง เลือกโดยการลากกรอบสี่เหลี่ยมครอบ

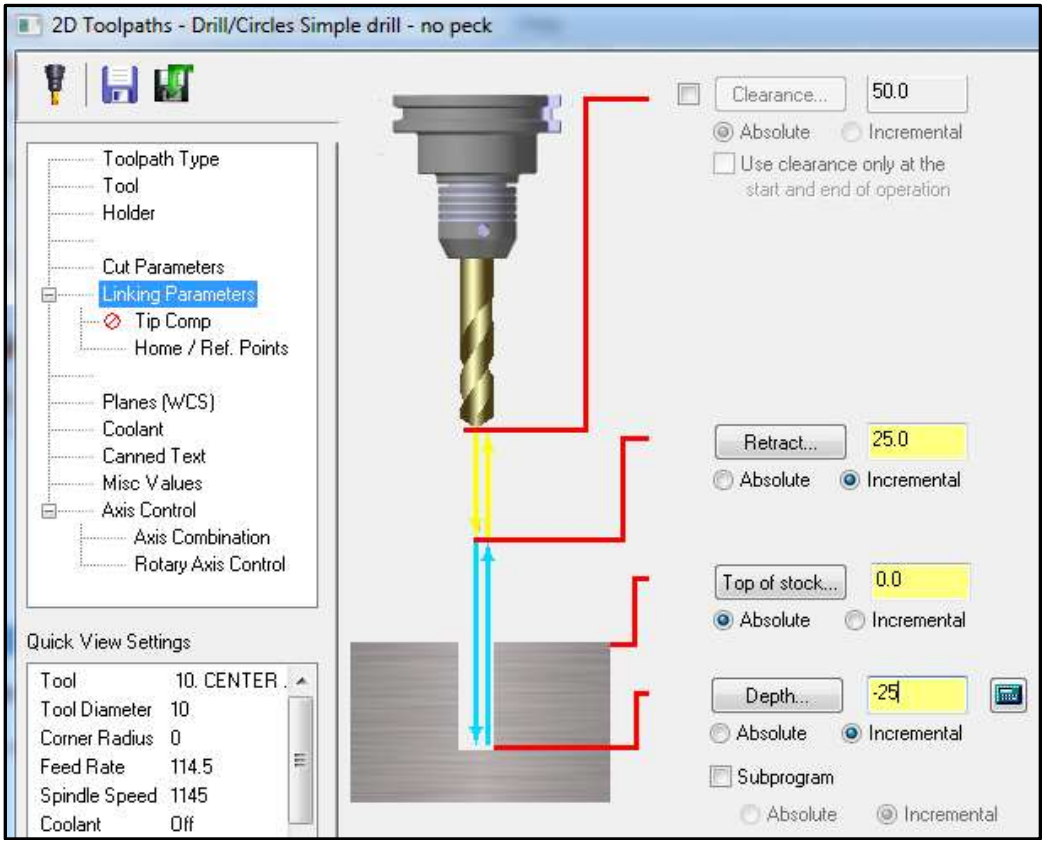
การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะด้วยคำสั่ง Toolpaths, Drill ยังสามารถจัดการเกี่ยวกับรูปแบบการเจาะได้อีก โดยเลือกที่ Cut Parameters ดังภาพที่ 6.17



ภาพที่ 6.17 แสดงรูปแบบโปรแกรมทางเดินเจาะ
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Drill / Counter bore	หมายถึง การเจาะรูที่มีความลึกน้อยกว่า 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกสว่าน
Peck Drill	หมายถึง การเจาะรูที่มีความลึกมากกว่า 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกสว่านใช้เจาะวัสดุแข็งและเหนียว
Chip Break	หมายถึง การเจาะรูที่มีความลึกมากกว่า 3 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกสว่านมีการหักเศษวัสดุที่ยาว
Tap	หมายถึง การทำเกลียวในซ้าย / ขวา
Bore#1	หมายถึง การเจาะรูที่กำหนด Feed Out ในทางเดินเจาะ
Bore#2	หมายถึง การเจาะรูที่กำหนดการหยุดเพลางาน การเคลื่อนที่ออกเร็วลงในโปรแกรมทางเดินเจาะ

การจัดการเกี่ยวกับความลึกรูเจาะและการยกดอกสว่านขึ้นเพื่อเคลื่อนที่ไปเจาะในตำแหน่งต่อไป คลิกที่ Linking Parameters ดังภาพที่ 6.18 ประกอบด้วย

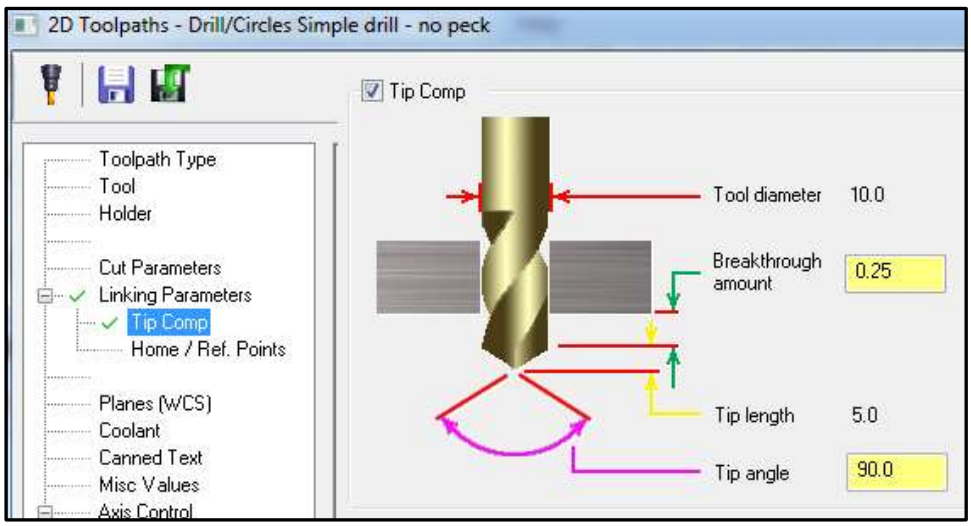


ภาพที่ 6.18 แสดงการจัดการเกี่ยวกับความลึกรูเจาะ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Retract	หมายถึง ค่าตำแหน่งการยกขึ้นของ Tool
Top of stock	หมายถึง ค่าตำแหน่งสูงสุดของชิ้นงานก่อนเจาะ
Depth	หมายถึง ค่าความลึกการเจาะ

การตั้งค่าความลึกชดเชยปลายดอกสว่านที่ใช้เจาะเมื่อดอกสว่านได้เจาะทะลุชิ้นงานเลยออกไปตามระยะที่ต้องการ ดังภาพที่ 6.19 คลิกที่ Tip Comp ประกอบด้วย



ภาพที่ 6.19 แสดงการชดเชยปลายดอกสว่านเมื่อเจาะทะลุชิ้นงาน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Tool diameter	หมายถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกสว่าน
Breakthrough amount	หมายถึง ระยะหยุดเมื่อดอกสว่านเจาะทะลุชิ้นงาน
Tip length	หมายถึง ความยาวปลายดอกสว่าน
Tip angle	หมายถึง มุมรวมปลายดอกสว่าน

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.1
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 11 คะแนน

1. เครื่องมือตัดที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด สร้างได้ 2 วิธี คือ (2 คะแนน)

   1.1…….

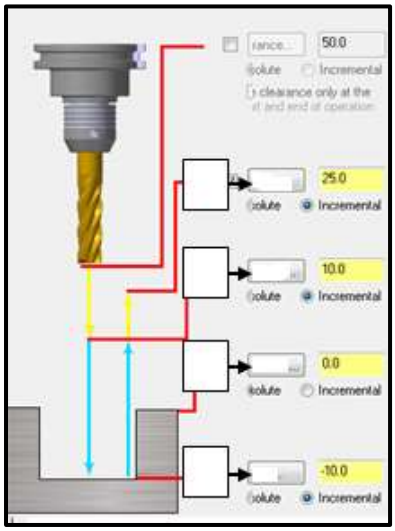
   1.2……

2. การ Filter เครื่องมือตัด หมายถึง ……..……(1 คะแนน)

3. จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงจับคู่วิธีค้นหาเครื่องมือตัดต่อไปนี้ (4 คะแนน)

…….3.1 Equal	A. ไม่มีการกำหนดข้อมูลค้นหา
…….3.2 Less Than	B. ค้นหาขนาดเครื่องมือช่วงที่กำหนด
…….3.3 Between	C. ค้นหาขนาดเท่าที่ระบุเท่านั้น
…….3.4 Greater Than	D. ค้นหาขนาดที่มากกว่าที่กำหนด
	E. ค้นหาขนาดที่น้อยกว่าที่กำหนด

4. จากภาพจงเขียนหมายเลขที่ตรงกับการตั้งค่าลงในกล่องข้อความพร้อมคำอธิบาย (4 คะแนน)



1. Top of stock หมายถึง ……
2. Retract หมายถึง ……
3. Depth หมายถึง ……
4. Feed plane หมายถึง ……

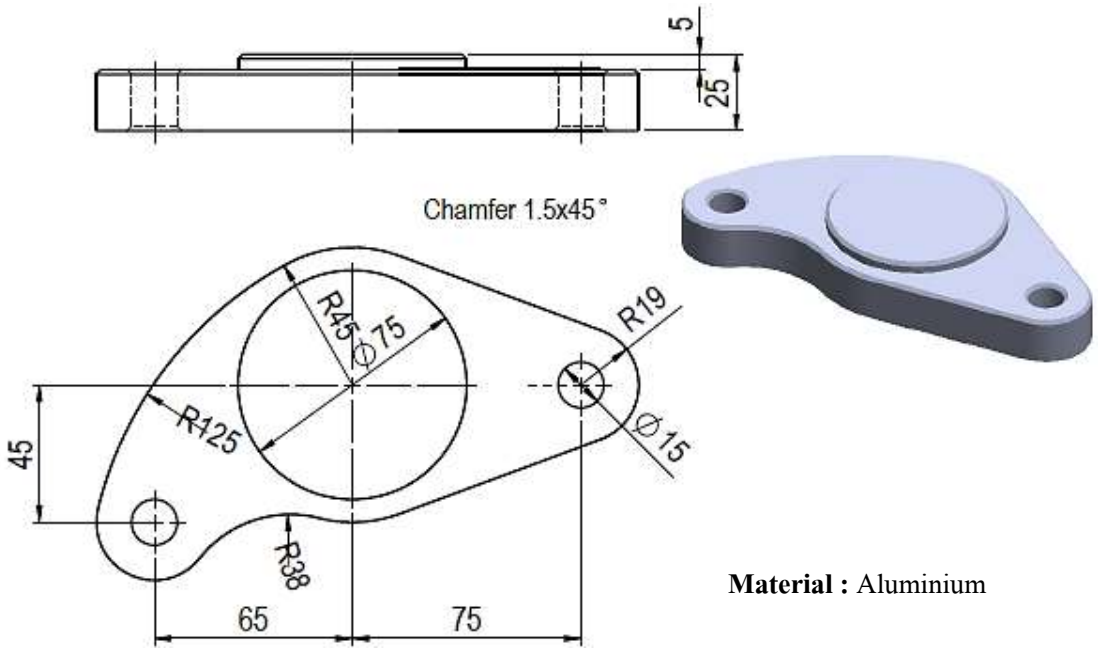
ใบงานที่ 6.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปได้
2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดเจาะได้



Material : Aluminium

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ
3. ตั้งค่าชิ้นงานเผื่อขนาดด้านแกน X แกน Y ด้านละ 5 มม.
4. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด ดังนี้
   - 4.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปด้านนอก
   - 4.2 สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ
   - 4.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปรู ø 15 มม.

ข้อเสนอแนะ

1. ค้นหาขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้
2. ใช้คำสั่ง Toopath Contour สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
3. ใช้คำสั่ง Toopath Dill สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะรู

เวลาในการปฏิบัติงาน : 40 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	Contour (Outside)	1. End Mill - Ø 12 mm. - No. of flutes : 4 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
			Shoulder =	Max a_e กัดบ่า =
			Flute =	
2	Drill	2. Center Drill#3 - Ø 10 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder =	Feed rate =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Depth =
			Shoulder =	
			Flute =	
		3. Twin Drill - Ø 10 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder =	Feed rate =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Depth =
			Shoulder =	
			Flute =	

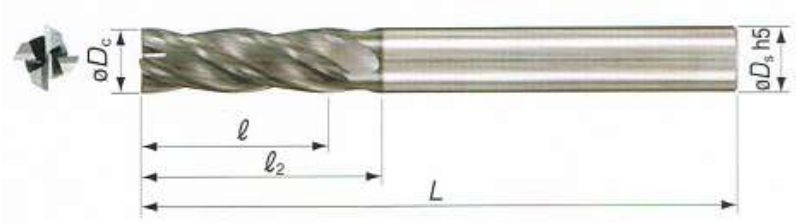
<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

Step	Toolpath	Tools		Parameters
3	Contour (Inside)	4. End Mill - Ø 10 mm. - No. of flutes : 4 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
			Shoulder =	Max a_e กัดบ่า =
			Flute =	Depth =

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

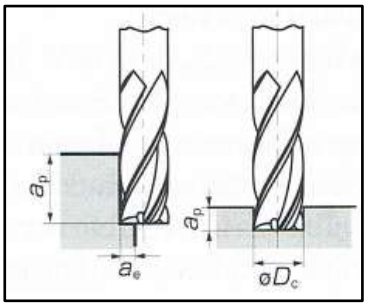
ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : End mill **Material** : HSS



หมายเลขรุ่น	øDc	ℓ	ℓ2	L	øDs
GSX 40100C-3D	1.0	3.0	4.0	40	4
GSX 40150C-3D	1.5	4.5	5.5	40	4
GSX 40200C-3D	2.0	6.0	7.0	40	4
GSX 40250C-3D	2.5	7.5	8.5	40	4
GSX 40300C-3D	3.0	9.0	10.5	50	6
GSX 40400C-3D	4.0	12.0	13.5	50	6
GSX 40500C-3D	5.0	15.0	17.0	50	6
GSX 40600C-3D	6.0	18.0	—	50	6
GSX 40800C-3D	8.0	24.0	—	70	8
GSX 41000C-3D	10.0	30.0	—	90	10
GSX 41200C-3D	12.0	36.0	—	90	12
GSX 41600C-3D	16.0	48.0	—	110	16
GSX 42000C-3D	20.0	60.0	—	120	20

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด



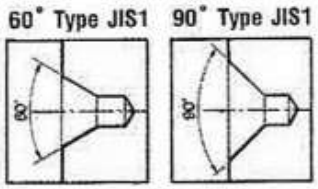
➢ **เงื่อนไขการกัดแนะนำ (HSS End Mill)**

	Cutter Diameter (มม.)	Aluminium Brass Speed (รอบ/นาที)	Aluminium Brass Feed (มม./นาที)	Steel 600 N/mm^2 Speed (รอบ/นาที)	Steel 600 N/mm^2 Feed (มม./นาที)	Cast Iron Bronze Speed (รอบ/นาที)	Cast Iron Bronze Feed (มม./นาที)
	3	6000	70	3000	35	1900	22
	4	5000	80	2500	38	1500	25
	5	4000	92	2000	46	1300	32
	6	3000	140	1500	70	950	45
	8	2450	190	1200	97	750	57
	10	2000	216	1000	107	625	64
	12	1500	254	750	127	475	84
	16	1200	254	600	127	375	84
	20	1000	229	500	114	300	76
กัดบ่า	ความลึก a_p	2.5Dc					
	ความลึก a_e	0.03Dc					
กัดร่อง	ความลึก a_p	0.1Dc		0.2Dc			

ที่มา : https://www.Siamcncmachinery.com/webboard/index.php?topic=1976.0

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Center Drill **Material** : HSS

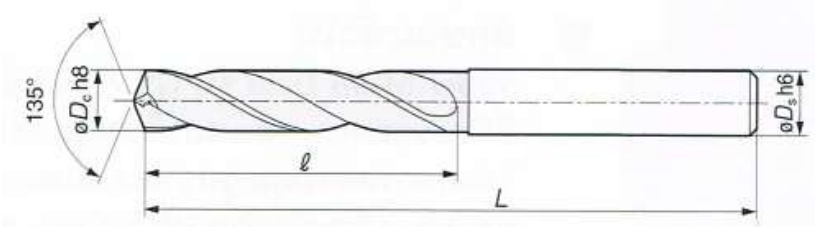


CX CODE	NOMINAL SIZE	d SIZE	D SIZE	L SIZE	ℓ
CT03-06-3874	0.7	0.7	3.5	35	0.7
CT03-06-3876	1	1	4.0	35	1.1
CT03-06-3878	1.5	1.5	5.0	40	1.6
CT03-06-3880	2	2	6.0	45	2.1
CT03-06-3882	2.5	2.5	8.0	50	2.6
CT03-06-3884	3	3	10.0	55	3.2
CT03-06-3886	4	4	12.0	66	4.2
CT03-06-3888	5	5	14.0	78	5.3
CT03-06-3890	6	6	18.0	90	6.3

ที่มา : http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Twins Drill **Material** : HSS



ø Dc (mm)	ø Ds (mm)	ชื่อรุ่น	ความยาว (mm)	
			L	1
5	5	MDW 0460	61	25
6	6	MDW 0560	65	27
7	7	MDW 0660	73	33
8	8	MDW 0760	78	36
9	9	MDW 0860	82	38
10	10	MDW 0960	87	41
11	11	MDW 1060	93	45
12	12	MDW 1160	100	47

➢ **เงื่อนไขการเจาะที่แนะนำ** (**Vc** : อัตราเร็วตัด m/min, **f** : อัตราการป้อน mm/rev)

เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน øDc (mm)		เหล็กนิ่ม (~200HB)	เหล็กทั่วไป (~300HB)	สแตนเลส สตีล (~200HB)	เหล็กหล่อ (FC250)
~3	Vc	30~70	30~70	10~40	40~70
	f	0.10~0.20	0.10~0.20	0.06~0.12	0.15~0.25
~5	Vc	40~100	40~100	15~55	40~70
	f	0.15~0.25	0.15~0.25	0.08~0.15	0.15~0.30
~10	Vc	50~130	50~130	15~60	50~80
	f	0.20~0.35	0.20~0.35	0.10~0.20	0.20~0.35
~16	Vc	60~140	60~140	20~60	60~100
	f	0.25~0.35	0.25~0.35	0.10~0.20	0.25~0.35

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.1

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

หน่วยที่ 6
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 40 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
2	เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปด้านนอก				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูปรู				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะรู ø 15 มม.				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

---

1. ข
2. ง
3. ง
4. ค
5. ก
6. ค
7. ก
8. ง
9. ค
10. ค
11. ก
12. ก

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.1
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 11 คะแนน

1. เครื่องมือตัดที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด สร้างได้ 2 วิธี คือ (2 คะแนน)

   1.1…**เลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งาน (Select Library Tool)** ….

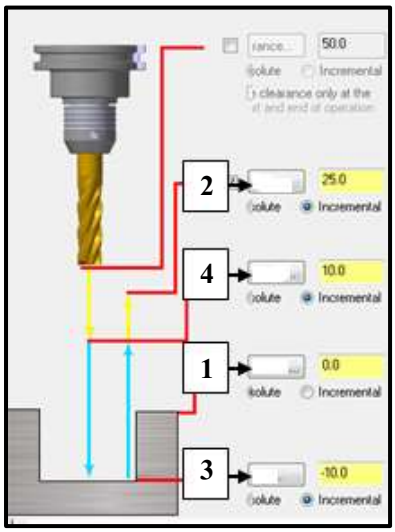
   1.2…**สร้างเครื่องมือตัดใหม่ คลิก (Create New Tool)**……

2. การ Filter เครื่องมือตัด หมายถึง …**การค้นหาเครื่องมือตัดที่เคยใช้แล้ว**……..……(1 คะแนน)

3. จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงจับคู่วิธีค้นหาเครื่องมือตัดต่อไปนี้ (4 คะแนน)

…**C**.3.1 Equal	A. ไม่มีการกำหนดข้อมูลค้นหา
…**E**.3.2 Less Than	B. ค้นหาขนาดเครื่องมือช่วงที่กำหนด
…**B**.3.3 Between	C. ค้นหาขนาดเท่าที่ระบุเท่านั้น
…**D**.3.4 Greater Than	D. ค้นหาขนาดที่มากกว่าที่กำหนด
	E. ค้นหาขนาดที่น้อยกว่าที่กำหนด

4. จากภาพจงเขียนหมายเลขที่ตรงกับการตั้งค่าลงในกล่องข้อความพร้อมคำอธิบาย (4 คะแนน)



1. Top of stock หมายถึง ..**ค่าตำแหน่งสูงสุดของชิ้นงาน**
2. Retract หมายถึง …**ค่าตำแหน่งการยกขึ้นของ Tool**
3. Depth หมายถึง …**ค่าความลึกการกัด**……
4. Feed plane หมายถึง …**ความเร็วการเคลื่อนที่โต๊ะงาน**…

แผนการสอนที่ 11	**หน่วยที่ 6**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 2**
หน่วยที่ 6 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม
2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานก่อน แล้วทำการเลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งานหรือสร้างเครื่องมือตัดใหม่ จากนั้นทำการจัดการเครื่องมือตัด (Tool Manager) ตั้งค่าเกี่ยวกับเครื่องมือตัด เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องมือตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านเครื่องมือตัด ฯ ตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับการตัดเฉือน เช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ Tool ระนาบ X, Y, ความเร็วในการยกเครื่องมือตัดขึ้นจากชิ้นงาน ฯ เพื่อการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม และโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ (Toolpath drill) การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม (Toolpath pocket) และ การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า (Toolpath face) เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. **ด้านความรู้ (K)** นักศึกษา…
   1.1 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมได้
   1.2 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้าได้
2. **ด้านทักษะ (S)** นักศึกษา…
   2.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมได้
   2.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้าได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ และแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการสอนหน่วยที่ 6 ครั้งที่ 2 (10 นาที)

นักศึกษาอ่านทบทวนเนื้อหาหน่วยที่ 6 สอนครั้งที่ 1 (20 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ เลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งาน คลิก Select Library Tool เป็นดอกกัด End mill ø 10 mm จัดการตั้งค่าเครื่องมือตัด สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมง่าย ๆ แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถาม เช่น

1. ดอกกัด End mill ø 10 mm เลือกมาได้อย่างไร

2. โปรแกรมมาสเตอร์แคมรู้ได้อย่างไรว่าต้องกัดรูปทรงไหน

3. คำสั่ง Toolpaths / Pocket คืออะไร

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.2 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม

2.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ (30 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 6.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ (1ชั่วโมง)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (40 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม และการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า (20 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.3 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

1.2 ใบงานที่ 6.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

1.3 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกัดตามเส้นรอบรูป เจาะรู และกัดหลุม

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แผ่นที่ 20-24

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 63 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

2. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

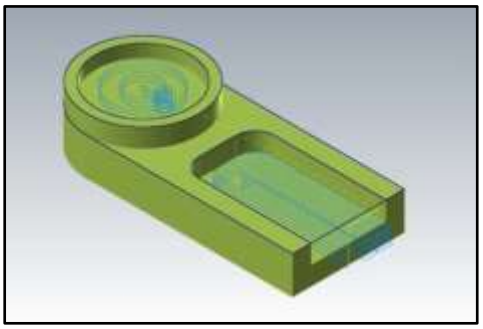
ไม่มี

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการจัดการเครื่องมือตัดเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม
2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 6
	ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	**สอนครั้งที่ 2**
	ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานก่อน แล้วทำการค้นหาหรือสร้างเครื่องเครื่องมือเพื่อสร้าง โปรแกรมทางเดินตัด ชิ้นงานที่ต้องการปาดผิวหน้าเรียบต้องสร้างโปรแกรมทางเดินตัดปาดหน้าด้วยคำสั่ง Toolpaths, Face การกัดตามเส้นรอบรูปเส้นตรง เส้นโค้ง หรือเส้นอิสระ สร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามเส้นรอบรูปด้วย Toolpaths, Contour การเจาะชิ้นสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะด้วยคำสั่ง Toolpaths, Drill ชิ้นงานที่กัดเป็นหลุมมีความลึกหรือกัดทะลุสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยคำสั่ง Toolpaths, Pocket ส่วนการกัดเป็นหลุมที่มีเกาะอาจใช้การสร้างโปรแกรมทางเดินด้วยคำสั่ง 2D High Speed คำสั่งนี้เป็นการรวมรูปแบบการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดทั้งหมดมาไว้ที่คำสั่งนี้คำสั่งเดียว มีความรวดเร็วในการใช้งาน แต่การใช้งานจะมีความซับซ้อนกว่าการใช้คำสั่งการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดอื่น ๆ เล็กน้อย

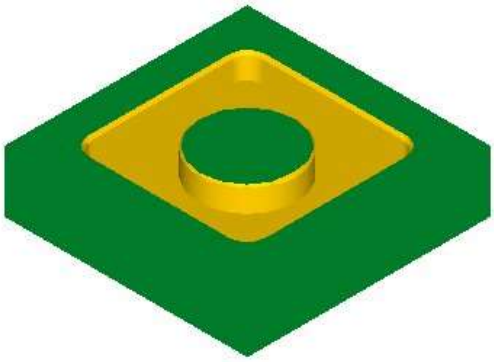


"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างทางเดินกัดหลุม 2 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=rUttoeKyk9U

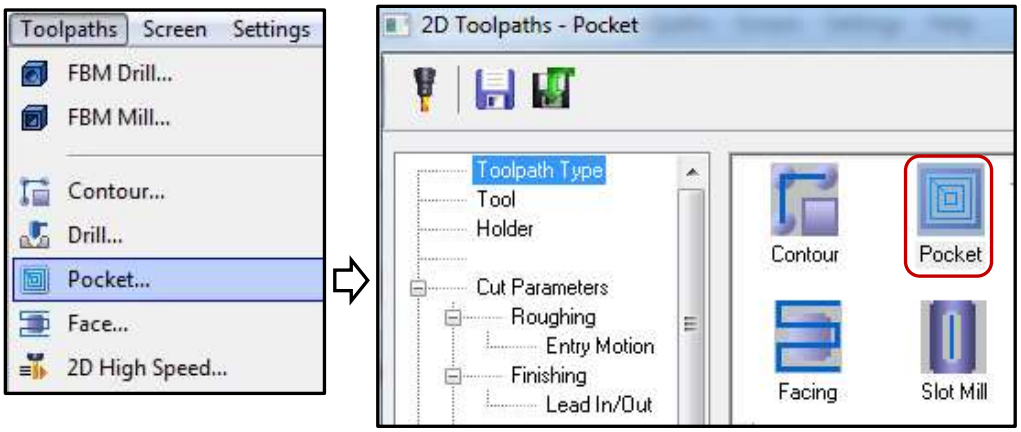
ภาพที่ 6.20 แสดงทางเดินกัดหลุม
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=rUttoeKyk9U

4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม (Pocket) เป็นการกัดชิ้นงานรูปร่างปิด 2 มิติ (Closed geometry) ที่อยู่บนระนาบเดียวกัน กัดเป็นหลุมที่มีความลึกหรือกัดทะลุ โดยในรูปร่างปิด อาจจะมีเกาะ (Island) หรือไม่มีก็ได้ เหมาะสำหรับงานกัดหลุมง่าย ๆ ที่ไม่ซับซ้อน ที่ต้องการความรวดเร็วในการสร้างเส้นทางเดินมีดกัด การเข้าสู่การทำงานกัดหลุมเลือก Toolpaths > Pocket

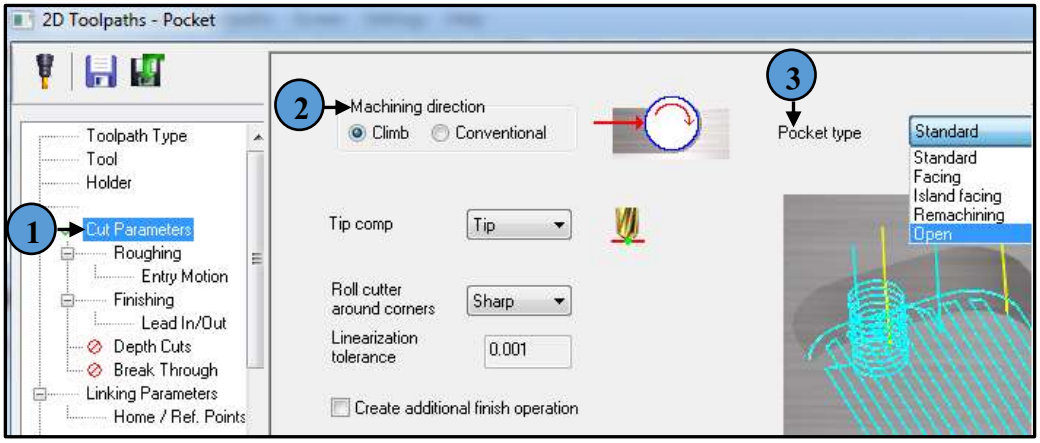


ภาพที่ 6.21 แสดงชิ้นงานกัดด้วยคำสั่ง Toolpaths > Pocket มีเกาะกลาง
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559



ภาพที่ 6.22 แสดงการเข้าสู่การทำงานกัดหลุม Toolpaths / Pocket
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

การเลือกทิศทางการกัดของดอกกัดแบบทิศทางการหมุนตรงข้ามกับทิศทางการเดินกัดหรือทิศทางการหมุนมีทิศทางเดียวกันกับการเดินกัดและชนิดการกัดหลุม เข้าสู่การเลือกทิศทางการหมุนของดอกกัดและชนิดการกัดหลุม คลิก Cut Parameters (1) ประกอบด้วย

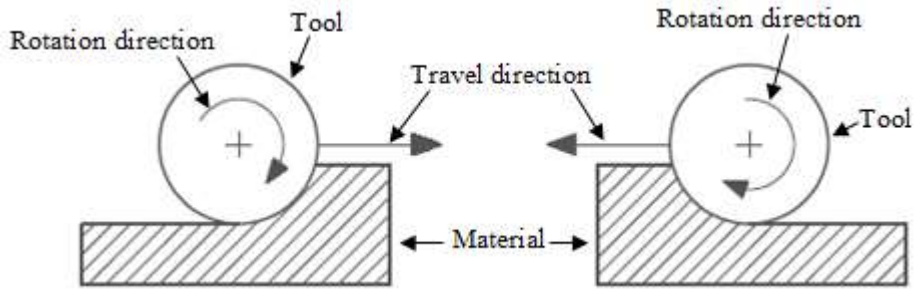


ภาพที่ 6.23 แสดงการเลือกทิศทางเดินกัดและรูปแบบการกัดหลุม

Machining direction (2) หมายถึง ทิศทางหมุนดอกกัดและทางเดินกัด ประกอบด้วย

Climb หมายถึง กัดทวนทิศทางทางเดินกัด

Conventional หมายถึง กัดตามทิศทางเดินกัด



Climb **Conventional**

Pocket Type (3) หมายถึง รูปแบบการกัดหลุม ประกอบด้วย

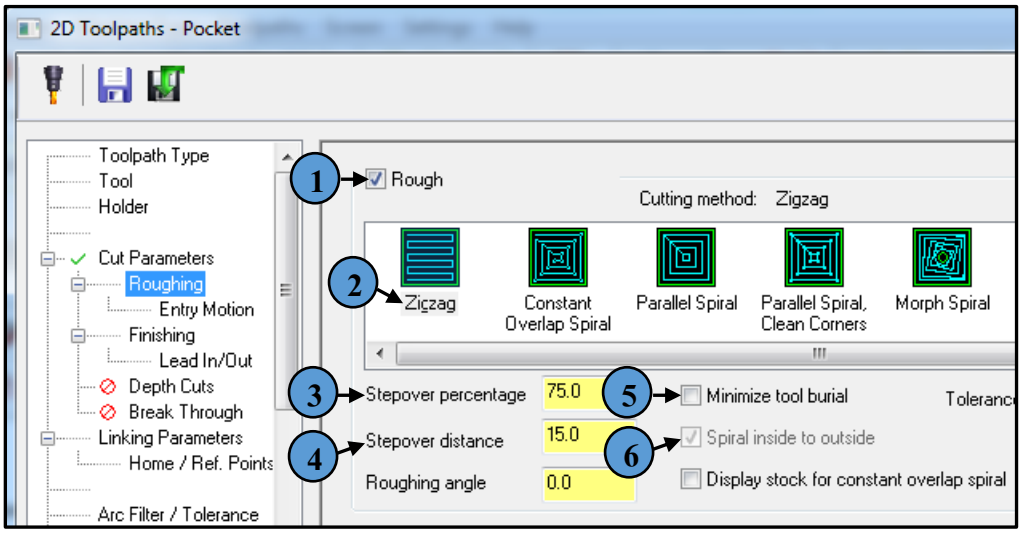
Standard หมายถึง การกัดหลุมแบบมาตรฐาน

Facing หมายถึง การหลุมแบบ Zigzag ปาดหน้า

Remachining หมายถึง การกัดเนื้อวัสดุที่เหลือค้างไว้

Open หมายถึง การกัดหลุมแบบเส้นเปิด

การกัดหลุมมีทั้งการกัดหยาบ (Roughing) และกัดละเอียด (Finishing) การกัดหยาบ (Rough (1)) มีรูปแบบการกัดหลายรูปแบบ ประกอบด้วย



ภาพที่ 6.24 แสดงรูปแบบการกัดหลุมหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Zigzag หมายถึง การเคลื่อนกัดที่เป็นเส้นเฉียงไป กลับ

Constant Overlap Spiral หมายถึง กัดซ้ำเนื้อวัสดุที่เหลืออยู่จนหมด

Parallel Spiral หมายถึง กัดเป็นเส้นขดก้นหอย

Parallel Spiral, Clean Corners หมายถึง คล้ายกับ Parallel Spiral แต่เน้นกัดบริเวณมุม

Morph Spiral หมายถึง ใช้กัดหลุมที่มีกษณะเป็นเกาะเพียงอันเดียว

High Speed หมายถึง การกัดหลุมด้วยความเร็วในการป้อนตัดสูง

One Way หมายถึง การกัดหลุมในแบบทิศทางเดียว

True Spiral หมายถึง การกัดเป็นเส้นโค้ง และสามารถเก็บงานได้ดี

Stepover percentage (2) หมายถึง ระยะการเคลื่อนที่ของดอกกัดแนวแกน X, Y คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของเส้นผ่าศูนย์กลางดอกกัด

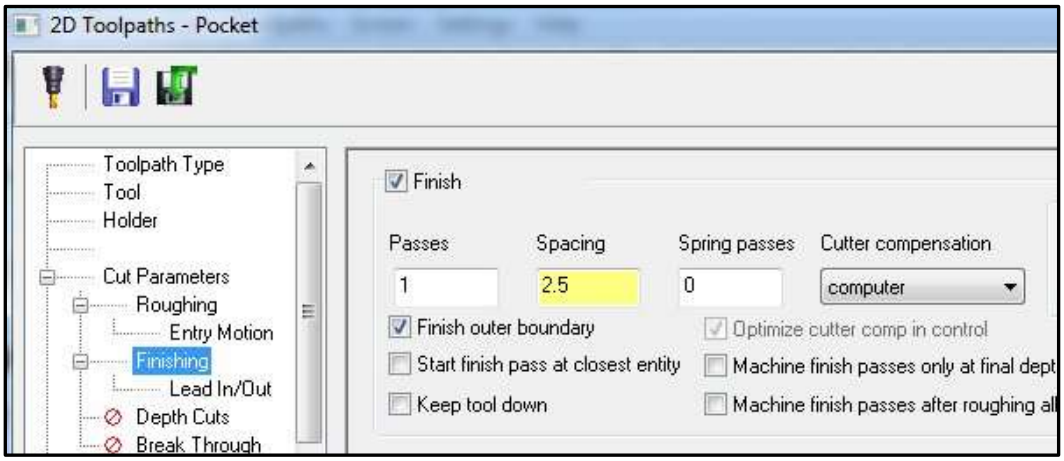
Stepover distance (3) หมายถึง ระยะการเคลื่อนที่ของดอกกัดแนวแกน X, Y คิดเป็นมิลลิเมตรของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางดอกกัด

Roughing angle (4) หมายถึง การตั้งค่ามุมการกัดแบบ Zigzag และ One Way

Minimize tool burial (5) หมายถึง ช่วยหลีกเลี่ยงการเสียหายของดอกกัดขนาดเล็ก

Spiral inside to outside (6) หมายถึง การกัดทั้งหมดหมุนวนจากด้านในออกสู่ด้านนอก

การกัดหลุมละเอียด (Finishing) ไม่มีรูปแบบการกัดให้เลือกเหมือนการกัดหยาบ แต่จะเป็นการจัดการเกี่ยวกับจำนวนรอบการกัดละเอียด ระยะการกัดละเอียดแต่ละรอบ ประกอบด้วย



ภาพที่ 6.25 แสดงการจัดการเกี่ยวกับการกัดหลุมละเอียด
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Number of passes หมายถึง ค่าจำนวนรอบการกัดหลุมละเอียด

Spacing หมายถึง ค่าระยะการเคลื่อนที่ดอกกัดคิดเป็นมิลลิเมตรของเส้นผ่านศูนย์กลางของดอกกัด

Finish outer boundary หมายถึง การกัดละเอียดผนังด้านข้างและบริเวณที่เป็นเกาะ

Start finish pass at closest entity หมายถึง การกัดละเอียดที่ปลายเส้นที่ใกล้ที่สุด

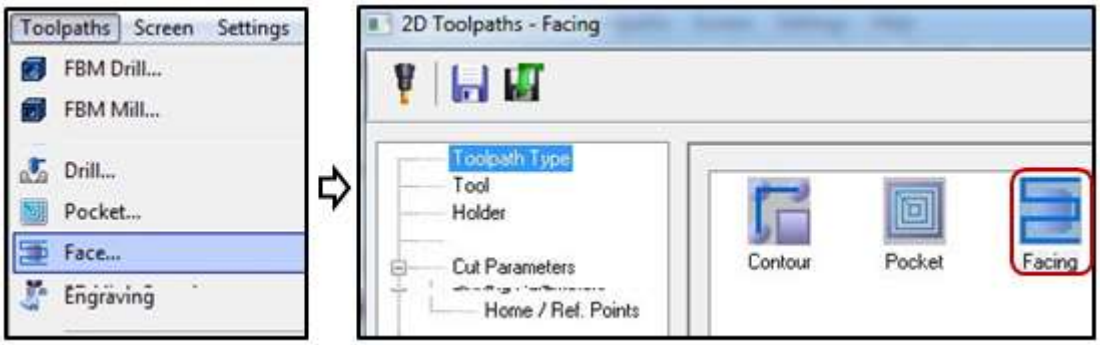
Keep tool down หมายถึง ไม่ต้องยกดอกกัดขึ้นระหว่างความลึก

Machine finish passes only at final depth
หมายถึง การกัดละเอียดที่ความลึกกัดครั้งสุดท้ายเพียงอย่างเดียว

Machine finish passes after roughing all pocket
หมายถึง การกัดละเอียดที่ทุกระดับความลึกกัดหยาบ

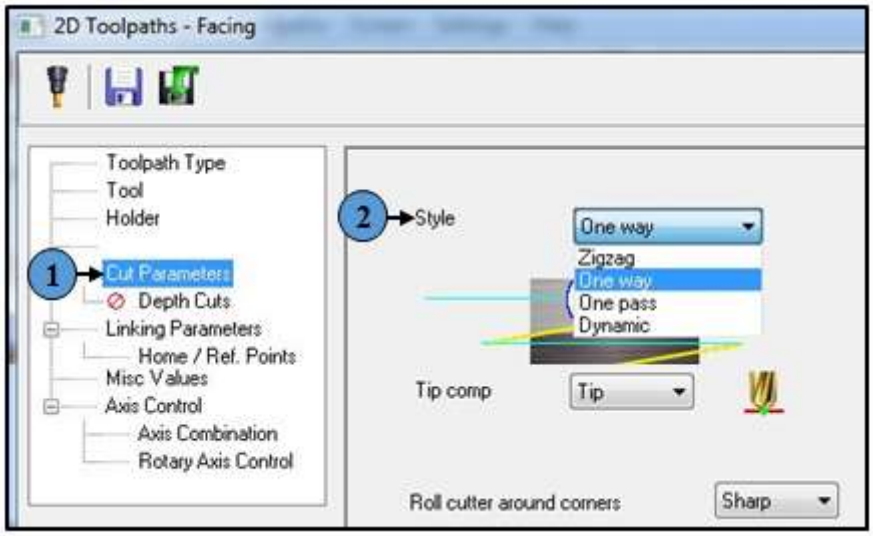
5. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า

การสร้างทางเดินกัดปาดหน้า (Face) เป็นการปาดผิวให้เรียบด้วยรูปแบบการเดินปาดหน้าที่แตกต่างกันไป การเข้าสู่การทำงานปาดผิวหน้าเลือก Toolpaths > Face



ภาพที่ 6.26 แสดงการเข้าสู่การทำงานกัดปาดหน้า
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

รูปแบบการปาดหน้าขึ้นอยู่กับลักษณะภาพชิ้นงาน เช่น หากชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมก็ควรปาดหน้าด้วยรูปแบบ Zigzag แต่ถ้าเป็นงานรูปทรงกระบอกก็ควรปาดหน้าด้วยรูปแบบ Dynamic รูปแบบการปาดหน้า คลิกที่ Cut Parameter (1) แล้วคลิก Style (2)

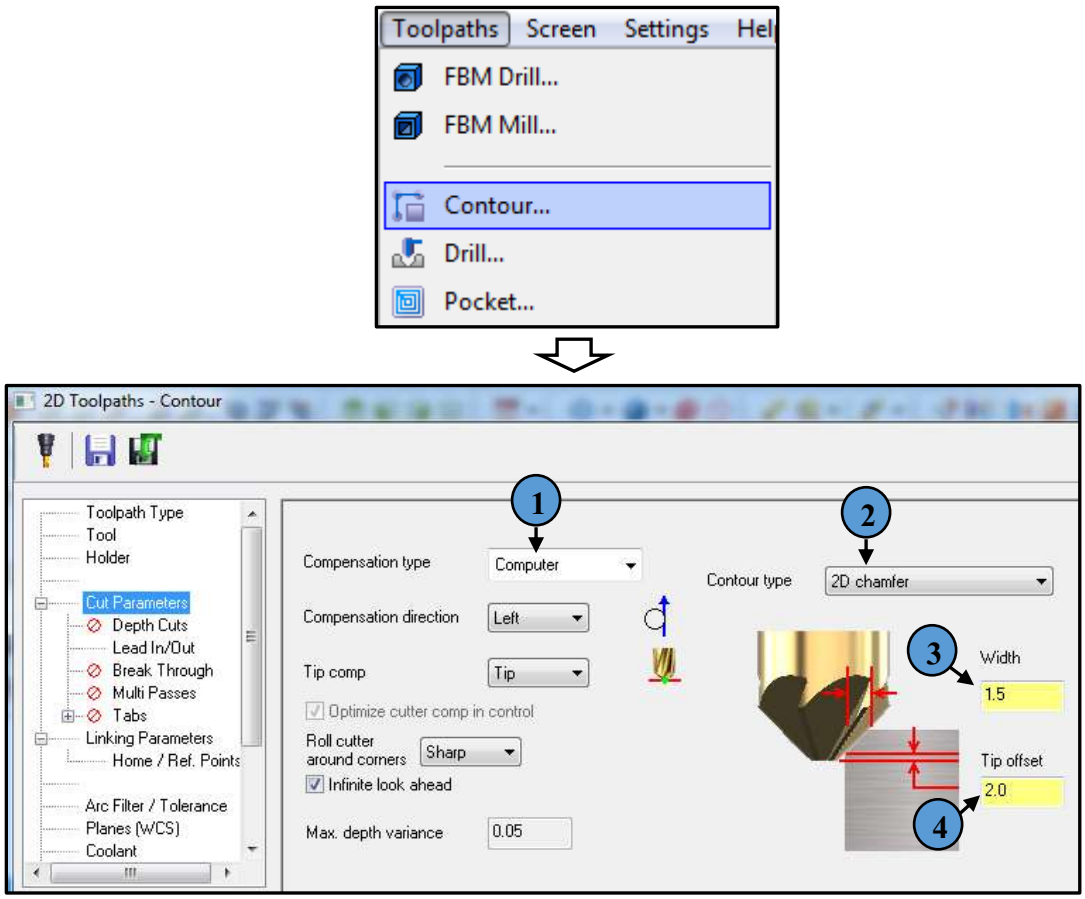


ภาพที่ 6.27 แสดงการเข้าสู่การจัดการรูปแบบการปาดหน้า
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Zigzag	หมายถึง มีดกัดเดินตัดผ่านไป-กลับ
One way	หมายถึง มีดกัดเดินตัดผ่านชิ้นงานทิศทางเดียว
One pass	หมายถึง มีดกัดเดินตัดครั้งเดียว
Dynamic	หมายถึง มีดกัดเดินตัดชิ้นงานแบบวนเป็นก้นหอยจากนอกเข้าใน

6. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุม

การสร้างทางเดินกัดลบมุม (Chamfer) เป็นการกัดตามเส้นรอบรูป (Contour) โดยการตั้งค่า Cut Parameter ของ Contour ให้เป็นการกัดลบมุม การเข้าสู่คำสั่งการกัดลบมุมเข้าที่ Toolpath > Contour > Cut parameter



ภาพที่ 6.26 แสดงการเข้าสู่การตั้งค่าการกัดลบมุม

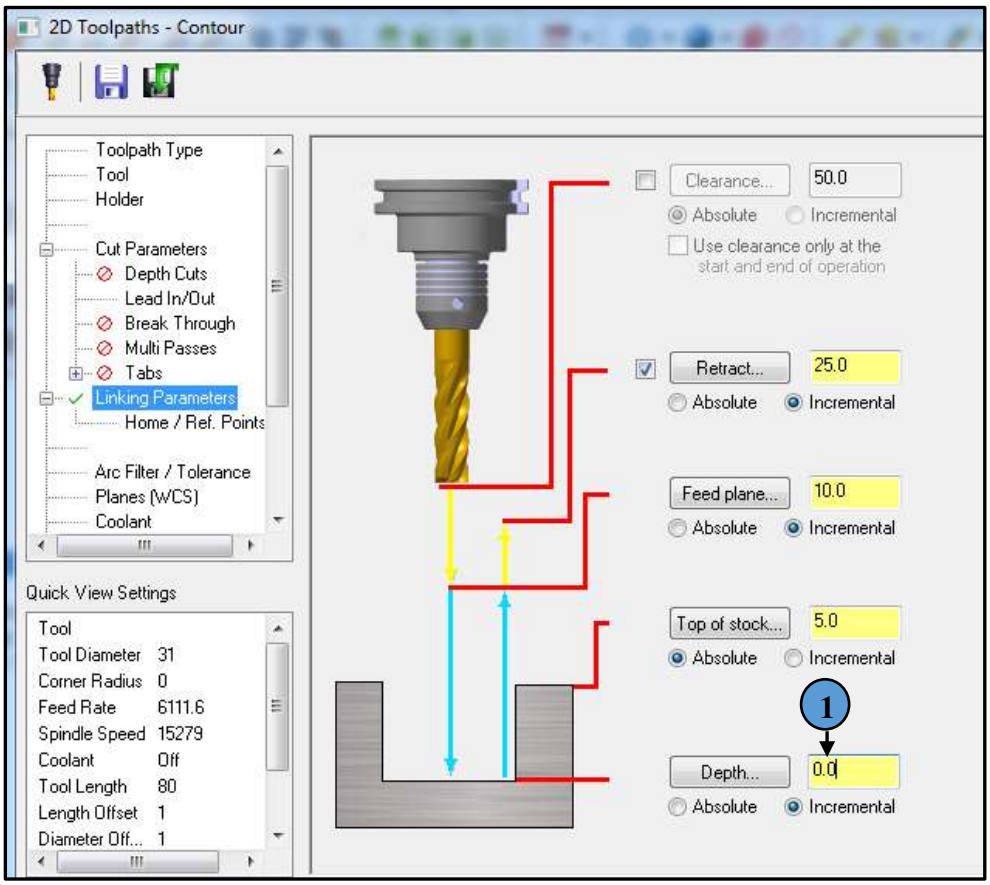
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.1 ตั้งค่าความกว้างการกัดลบมุม ดังนี้

Compensation type	ตั้งค่าเป็น	Computer (1)
Contour type	ตั้งค่าเป็น	2D chamfer (2)
Width (3)	ตั้งค่าเท่ากับความกว้างการลบมุมตามแบบ	
Tip offset (4)	ตั้งค่าประมาณ 2 มม. หรือ 3 มม.	

6.2 ตั้งค่าความลึกดอกกัด

คลิ๊กที่ Lingking Parameter ค่าความลึก (Depth (1)) ตั้งค่าเท่ากับพิกัดตำแหน่งค่า Z ของเส้นรอบรูปที่ทำการลบมุม



ภาพที่ 6.26 แสดงการตั้งค่าความลึกการกัดลบมุม

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. ให้นักศึกษาบอกความหมายทิศทางหมุนดอกกัดต่อไปนี้ (2 คะแนน)

   1.1 Climb หมายถึง ……

   1.2 Conventional หมายถึง ……

2. จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงจับคู่รูปแบบการเดินกัดหลุม (4 คะแนน)

……2.1 กัดที่เป็นเส้นเฉียงไป กลับ	A. One Way
……2.2 เดินกัดทิศทางเดียว	B. Zigzag
……2.3 กัดเป็นเส้นขดก้นหอย	C. Morph Spiral
……2.4 กัดหลุมที่มีกษณะเป็นเกาะ	D. Parallel Spiral

3. ให้นักศึกษาบอกความหมายการตั้งค่าต่อไปนี้ (4 คะแนน)

   3.1 Spiral inside to outside หมายถึง ……..

   3.2 Keep tool down หมายถึง ……..

   3.3 Number of passes หมายถึง ……..

   3.4 Stepover distance หมายถึง ……..

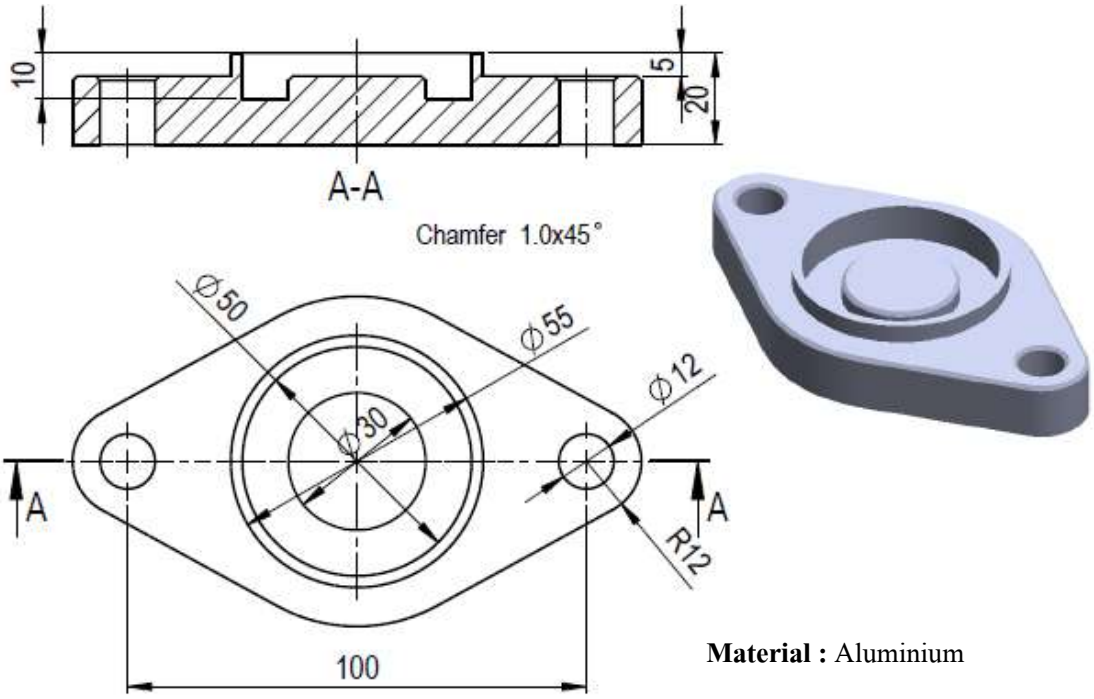
ใบงานที่ 6.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้าได้
2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมได้



Material : Aluminium

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ
3. ตั้งค่าความหนาชิ้นงานเผื่อปาดหน้าจากพิกัดตำแหน่ง Z0 ขึ้นไป +5 มม.
4. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด ดังนี้
   4.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า
   4.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

4.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมมีเกาะ

4.4 สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ

4.5 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุม 1 x 45^{o}

ข้อเสนอแนะ

1. สืบค้นขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้
2. ใช้คำสั่ง Toolpath contour สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
3. ใช้คำสั่ง Toolpath drill สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะรู
4. ใช้คำสั่ง Toolpath pocket สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม

เวลาในการปฏิบัติงาน : 50 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 1

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	Face	1. Face Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø OD 40	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
2	Contour	2. End Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø 12 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
		- Material : HSS	Shoulder =	Max a_e กัดบ่า =
			Flute =	Depth =
3	Pocket	3. End Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø 8 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
		- Material : HSS	Shoulder =	Depth =
			Flute =	

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อน แล้วคำนวณค่า Feed rete และ Spindle Speed เมื่ออัตราเร็วตัด (Vc) = 500 m/min จากนั้นเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

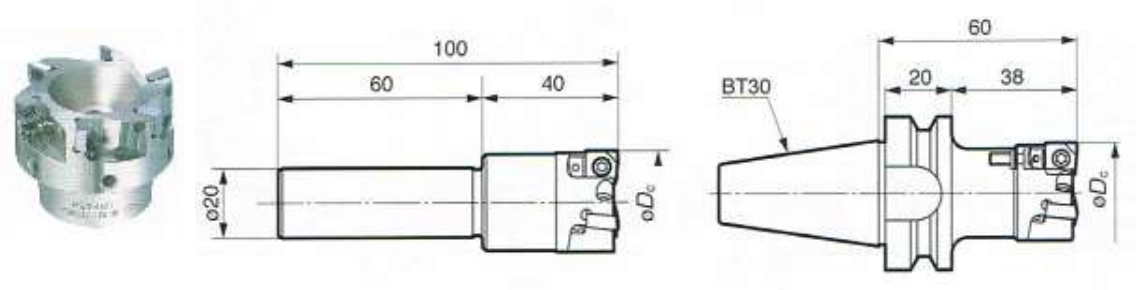
Step	Toolpath	Tools		Parameters
4	Drill	4. Center Drill #3	Holder =	Feed rate =
		- Ø 10 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
		5. Twins Drill	Holder =	Feed rate =
		- Ø 12 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
5	Chamfer	6. Chamfer Mill	Diameter =	Feed rete =
		- Ø OD 37.3	Holder =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Overall =	Width =
		- Material :	Shank Dia =	Depth =
		Carbide	Shoulder =	
			Flute =	

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อน แล้วคำนวณค่า Feed rete และ Spindle Speed เมื่ออัตราเร็วตัด (Vc) = 500 m/min จากนั้นเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Face mill **Material** : Carbide

แบบที่ 1 **แบบที่ 2**



แบบที่	ขนาด (มม.) $øD_c$	จำนวนฟัน
1	30	3
1	40	4
2	30	3
2	40	4

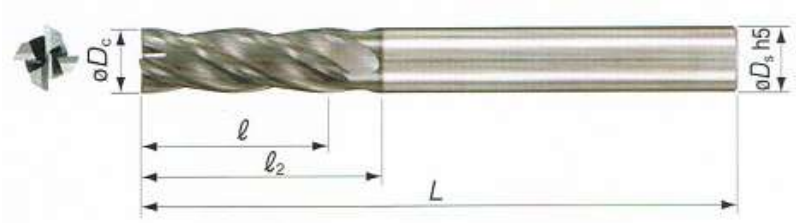
➢ **เงื่อนไขการกัดที่แนะนำ**

ISO	วัสดุ	ความแข็ง	อัตราเร็วตัด (ม./นาที)	อัตราป้อน (มม./นาที)	ความลึกตัด (มม.)
P	เหล็กเหนียวทั่วไป	○	100 ~ 150	0.1 ~ 0.25	< 4
P	เหล็กอ่อน	○	120 ~ 180	0.1 ~ 0.25	< 4
P	เหล็กแม่พิมพ์	△	60 ~ 100	0.1 ~ 0.25	< 4
M	สแตนเลส สตีล	○	120 ~ 180	0.1 ~ 0.25	< 4
K	เหล็กหล่อ	○	60 ~ 120	0.15 ~ 0.3	< 4
N	อลูมิเนียม	○	300 ~1,000	0.1 ~ 0.3	< 4

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

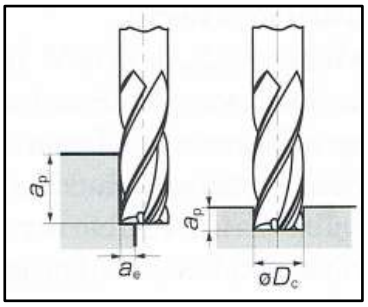
ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : End mill **Material** : HSS



หมายเลขรุ่น	øDc	ℓ	ℓ2	L	øDs
GSX 40100C-3D	1.0	3.0	4.0	40	4
GSX 40150C-3D	1.5	4.5	5.5	40	4
GSX 40200C-3D	2.0	6.0	7.0	40	4
GSX 40250C-3D	2.5	7.5	8.5	40	4
GSX 40300C-3D	3.0	9.0	10.5	50	6
GSX 40400C-3D	4.0	12.0	13.5	50	6
GSX 40500C-3D	5.0	15.0	17.0	50	6
GSX 40600C-3D	6.0	18.0	—	50	6
GSX 40800C-3D	8.0	24.0	—	70	8
GSX 41000C-3D	10.0	30.0	—	90	10
GSX 41200C-3D	12.0	36.0	—	90	12
GSX 41600C-3D	16.0	48.0	—	110	16
GSX 42000C-3D	20.0	60.0	—	120	20

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด



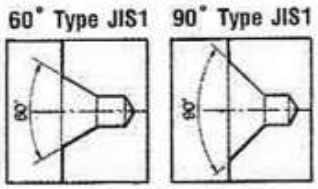
➢ **เงื่อนไขการกัดที่แนะนำ (HSS End Mill)**

	Cutter Diameter (มม.)	Aluminium Brass Speed (รอบ/นาที)	Aluminium Brass Feed (มม./นาที)	Steel 600 N/mm^2 Speed (รอบ/นาที)	Steel 600 N/mm^2 Feed (มม./นาที)	Cast Iron Bronze Speed (รอบ/นาที)	Cast Iron Bronze Feed (มม./นาที)
	3	6000	70	3000	35	1900	22
	4	5000	80	2500	38	1500	25
	5	4000	92	2000	46	1300	32
	6	3000	140	1500	70	950	45
	8	2450	190	1200	97	750	57
	10	2000	216	1000	107	625	64
	12	1500	254	750	127	475	84
	16	1200	254	600	127	375	84
	20	1000	229	500	114	300	76
กัดบ่า	ความลึก a_p	2.5Dc					
	ความลึก a_e	0.03Dc					
กัดร่อง	ความลึก a_p	0.1Dc		0.2Dc			

ที่มา : https://www.siamcncmachinery.com/webboard/index.php?topic=1976.0

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Center Drill **Material** : HSS

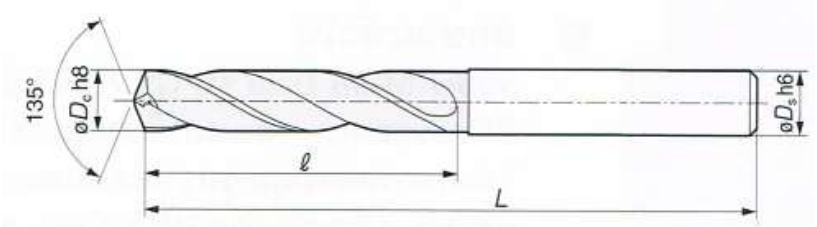


CX CODE	NOMINAL SIZE	d SIZE	D SIZE	L SIZE	ℓ
CT03-06-3874	0.7	0.7	3.5	35	0.7
CT03-06-3876	1	1	4.0	35	1.1
CT03-06-3878	1.5	1.5	5.0	40	1.6
CT03-06-3880	2	2	6.0	45	2.1
CT03-06-3882	2.5	2.5	8.0	50	2.6
CT03-06-3884	3	3	10.0	55	3.2
CT03-06-3886	4	4	12.0	66	4.2
CT03-06-3888	5	5	14.0	78	5.3
CT03-06-3890	6	6	18.0	90	6.3

ที่มา : http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Twins Drill **Material** : HSS



ø Dc (mm)	ø Ds (mm)	ชื่อรุ่น	ความยาว (mm)	
			L	1
5	5	MDW 0460	61	25
6	6	MDW 0560	65	27
7	7	MDW 0660	73	33
8	8	MDW 0760	78	36
9	9	MDW 0860	82	38
10	10	MDW 0960	87	41
11	11	MDW 1060	93	45
12	12	MDW 1160	100	47

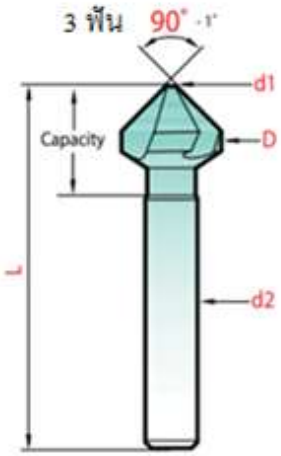
➢ **เงื่อนไขการเจาะที่แนะนำ** (**Vc** : อัตราเร็วตัด m/min, **f** : อัตราการป้อน mm/rev)

เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน øDc (mm)		เหล็กนิ่ม (~200HB)	เหล็กทั่วไป (~300HB)	สแตนเลส สตีล (~200HB)	เหล็กหล่อ (FC250)
~3	Vc	30~70	30~70	10~40	40~70
	f	0.10~0.20	0.10~0.20	0.06~0.12	0.15~0.25
~5	Vc	40~100	40~100	15~55	40~70
	f	0.15~0.25	0.15~0.25	0.08~0.15	0.15~0.30
~10	Vc	50~130	50~130	15~60	50~80
	f	0.20~0.35	0.20~0.35	0.10~0.20	0.20~0.35
~16	Vc	60~140	60~140	20~60	60~100
	f	0.25~0.35	0.25~0.35	0.10~0.20	0.25~0.35

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Countersink **Material** : HSS



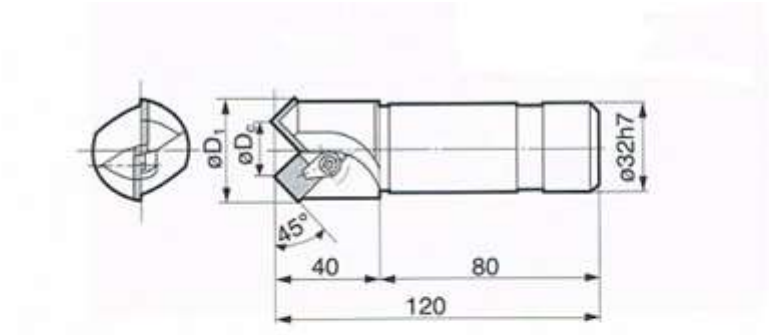
D		d1	d2	L
mm	inch			
8.0		2	6	50
9.0		2.2	6	50
10.0		2.5	6	50
11.5		2.8	8	56
12.0		2.8	8	56
12.7	1/2"	2.9	6.35	50
13.4		2.9	8	56
14.4		2.9	8	56
15.0		3.2	10	60
15.0		3.2	8	56
15.87	5/8"	3.2	9.52	60

D		d1	d2	L
mm	inch			
16.5		3.2	10	60
16.5		3.2	8	56
19.0		3.5	10	63
19.05	3/4"	3.5	9.52	60
20.5		3.5	10	63
23.0		3.8	10	67
25.0		3.8	10	67
25.4	1"	3.8	9.52	70
26.0		3.8	10	67
28.0		4	12	71
30.0		4.2	12	71

ที่มา : https://www.sunrisegr.com/data/catalogs/CG2017/Countersinks.pdf

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Chamfer Mill **Material** : Carbide



ชื่อรุ่น	ขนาด (มม.)		จำนวนฟัน	เส้นผ่านศูนย์กลางหลังจากลบมุม
	$øD_c$	$øD_1$		
SMC 407	7	24.3	1	ø11.0 ~ ø23.8
SMC 420	20	37.3	2	ø21.2 ~ ø36.8
SMC 435	35	52.3	2	ø36.2 ~ ø51.8

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.2

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 1

หน่วยที่ 6
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 50 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ				
2	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมมีเกาะ				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุม 1 x 45^{o}				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

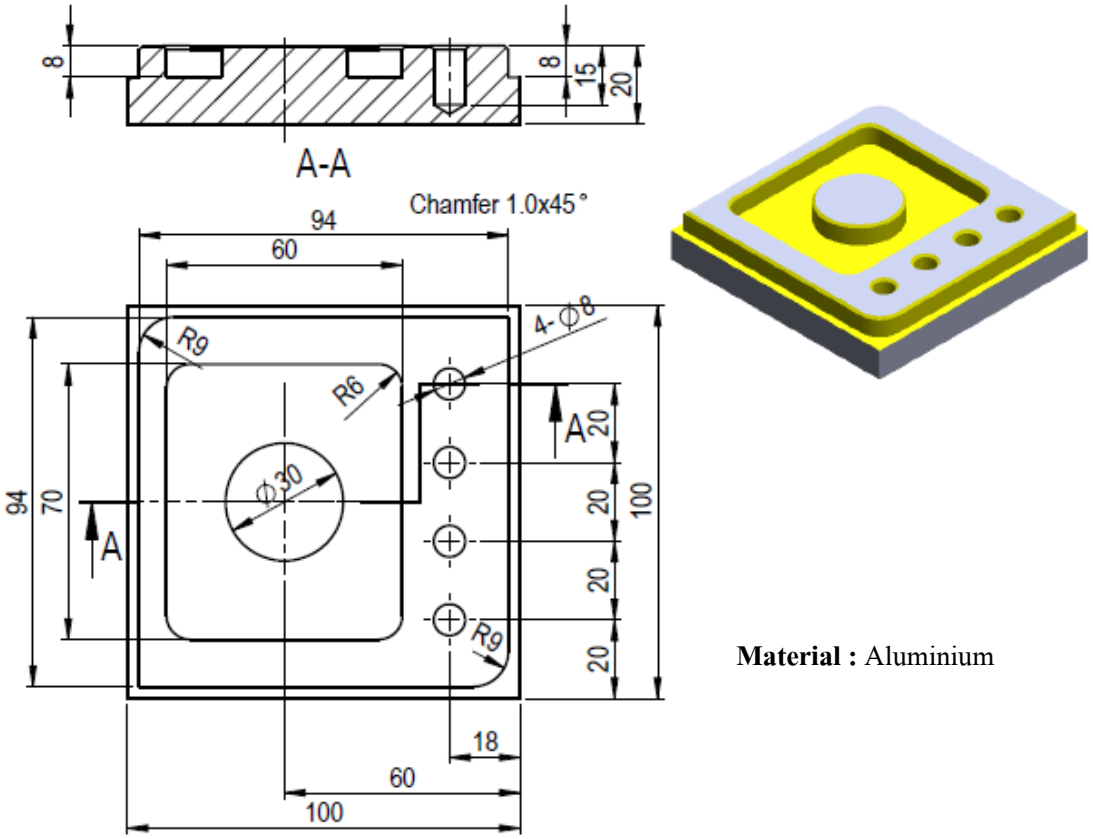
ใบงานที่ 6.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้าได้
2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมได้
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุมได้



Material : Aluminium

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. เขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ

3. ตั้งค่าชิ้นงานเผื่อความหนาปาดหน้า 5 มม.
4. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด ดังนี้
   4.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า
   4.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
   4.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมมีเกาะ
   4.4 สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะรู
   4.5 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุม 1 x 45^{o}

ข้อเสนอแนะ

1. ใช้ขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิค ใบงานที่ 6.2
2. ใช้รูปแบบการเดินกัดแบบ Parallel Spiral ในการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม

เวลาในการปฏิบัติงาน : 60 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 2

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	Face	1. Face Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø OD 40	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
2	Contour	2. End Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø 12 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
		- Material : HSS	Shoulder =	Max a_e กัดบ่า =
			Flute =	Depth =
3	Pocket	4. End Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø 10 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
		- Material : HSS	Shoulder =	Max a_e กัดบ่า =
			Flute =	Depth =

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อน แล้วคำนวณค่า Feed rete และ Spindle Speed เมื่ออัตราเร็วตัด (Vc) = 300 m/min จากนั้นเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

Step	Toolpath	Tools		Parameters
4	Drill	4. Center Drill #3	Holder =	Feed rate =
		- Ø 10 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
		5. Twins Drill	Holder =	Feed rate =
		- Ø 8 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
5	Chamfer	6. Chamfer Mill	Diameter =	Feed rete =
		- Ø OD 37.3	Holder =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Overall =	Width =
		- Material :	Shank Dia =	Depth =
		Carbide	Shoulder =	
			Flute =	

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อน แล้วคำนวณค่า Feed rete และ Spindle Speed เมื่ออัตราเร็วตัด (Vc) = 300 m/min จากนั้นเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.3

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 2

หน่วยที่ 6
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 60 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ				
2	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดกัดหลุมมีเกาะ				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุม 1 x 45^{o}				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

1. ให้นักศึกษาบอกความหมายทิศทางหมุนดอกกัดต่อไปนี้ (2 คะแนน)

   1.1 Climb หมายถึง ……**กัดทวนทิศทางทางเดินกัด**……..……..……

   1.2 Conventional หมายถึง ……**กัดตามทิศทางทางเดินกัด**…….……

2. จากตัวเลือกที่กำหนดให้ จงจับคู่รูปแบบการเดินกัดหลุม (4 คะแนน)

…**B**…2.1 กัดที่เป็นเส้นเฉียงไป กลับ	A. One Way
…**A**…2.2 เดินกัดทิศทางเดียว	B. Zigzag
…**D**…2.3 กัดเป็นเส้นขดก้นหอย	C. Morph Spiral
…**C**…2.4 กัดหลุมที่มีกษณะเป็นเกาะ	D. Parallel Spiral

3. ให้นักศึกษาบอกความหมายการตั้งค่าต่อไปนี้ (4 คะแนน)

   3.1 Spiral inside to outside หมายถึง …**กัดจากด้านในออกมาด้านนอก**……..

   3.2 Keep tool down หมายถึง …**ไม่ต้องยกดอกกัดขึ้น**……..

   3.3 Number of passes หมายถึง …**จำนวนรอบการเดินกัด**…….……..

   3.4 Stepover distance หมายถึง …**ระยะเคลื่อนที่ดอกกัดคิดระยะทางเป็น มม**……..

แผนการสอนที่ 12	**หน่วยที่ 6**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 3**
หน่วยที่ 6 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ
2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานก่อน แล้วทำการเลือกเครื่องมือตัดจากที่เคยใช้งานหรือสร้างเครื่องมือตัดใหม่ จากนั้นทำการจัดการเครื่องมือตัด (Tool Manager) ตั้งค่าเกี่ยวกับเครื่องมือตัด เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเครื่องมือตัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านเครื่องมือตัด ฯ ตั้งค่าข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับการตัดเฉือน เช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ Tool ระนาบ X, Y, ความเร็วในการยกเครื่องมือตัดขึ้นจากชิ้นงาน ฯ เพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความและการกัดแบบ 2D High Speed เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. **ด้านความรู้ (K)** นักศึกษา…
   1.1 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความได้
   1.2 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดด้วยคำสั่ง 2D High Speed ได้
2. **ด้านทักษะ (S)** นักศึกษา…
   สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed ได้
3. **ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)** นักศึกษา…
   3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา
   3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ และแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของการสอนหน่วยที่ 6 ครั้งที่ 3 (10 นาที)

นักศึกษาอ่านทบทวนเนื้อหาหน่วยที่ 6 สอนครั้งที่ 2 (20 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำชามเมลามีนที่มีข้อความหรือตราสัญลักษณ์ยี่ห้อบริษัทผู้ผลิตให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. ชามเมลามีนนี้ผลิตด้วยกรรมวิธีใด

2. ข้อความหรือตราสัญลักษณ์ยี่ห้อบริษัทผู้ผลิตอยู่ในขั้นตอนใดของขบวนการผลิต

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 6 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.2 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ

2.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดด้วยคำสั่ง 2D High Speed

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ (30 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 6.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ (1 ชั่วโมง)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (40 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม และการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดปาดหน้า (20 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 6.3 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

1.2 ใบงานที่ 6.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

1.3 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการกัดตามเส้นรอบรูป เจาะรู และกัดหลุม

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 6 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แผ่นที่ 30-53

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 63 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

2. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ไม่มี

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการจัดการเครื่องมือตัดเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ	**หน่วยที่ 6** **สอนครั้งที่ 3** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

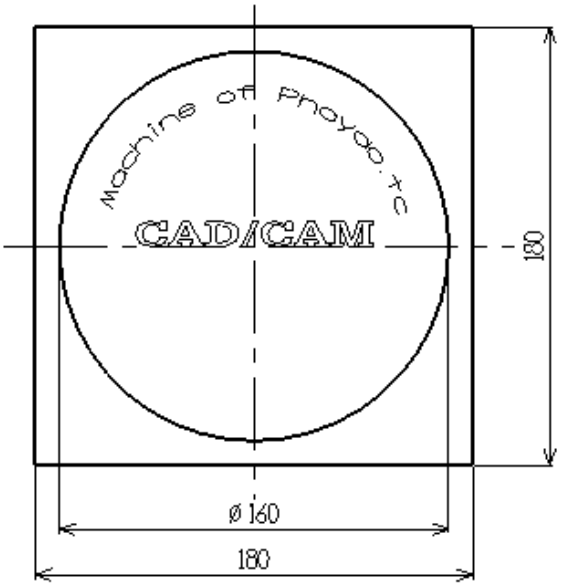
การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานก่อนและหากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีข้อความปรากฏก็ต้องทำการเขียนข้อความ แล้วจึงสร้างโปรแกรมทางเดินตัด เช่นเดียวกับการกัดหลุมที่มีเกาะอาจใช้การสร้างโปรแกรมทางเดินด้วยคำสั่ง 2D High Speed คำสั่งนี้เป็นการรวมรูปแบบการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดทั้งหมดมาไว้ที่คำสั่งนี้คำสั่งเดียว มีความรวดเร็วในการใช้งาน แต่การใช้งานจะมีความซับซ้อนกว่าการใช้คำสั่งการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดอื่น ๆ เล็กน้อย

"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างทางเดินกัดข้อความ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=JH7oTCqE5ok

ภาพที่ 6.28 แสดงการกัดข้อความ
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=JH7oTCqE5ok

6. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ

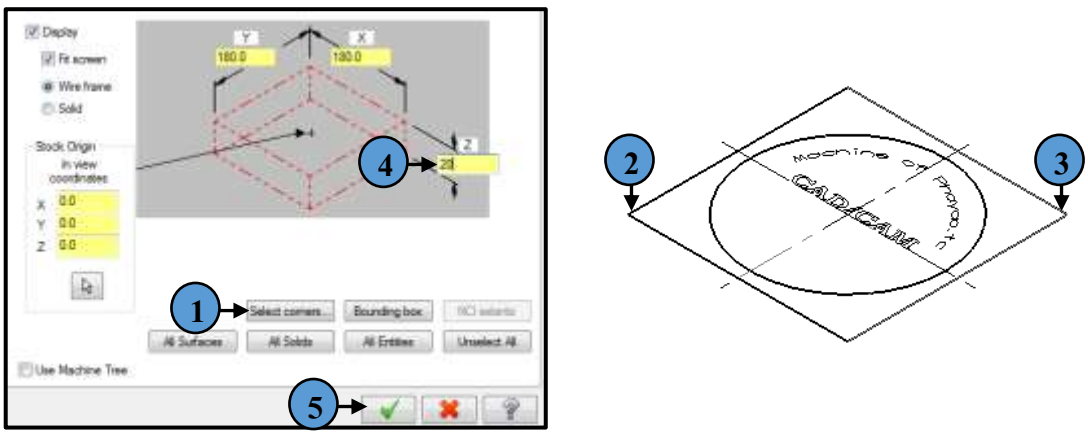
การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความเป็นการประยุกต์ใช้คำสั่งการสร้างโปรแกรมกัดหลุม (Pocket) หากตัวอักษรมีความหนา แต่ถ้าตัวอักษรเป็นลายเส้นการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดจะใช้คำสั่งการกัดตามเส้นรอบรูป (Contour) การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความ มีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 6.29 แสดงตัวอักษรที่จะสร้างโปรแกรมทางเดินกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ตั้งค่าชิ้นงาน (Stock setup) ตั้งค่าชิ้นงานจากมุม (Select corners (1)) คลิกหมายเลข 2,3 ที่ชิ้นงาน ป้อนค่าความสูง Z ที่ระยะ 20 (4) คลิก O.K (5)

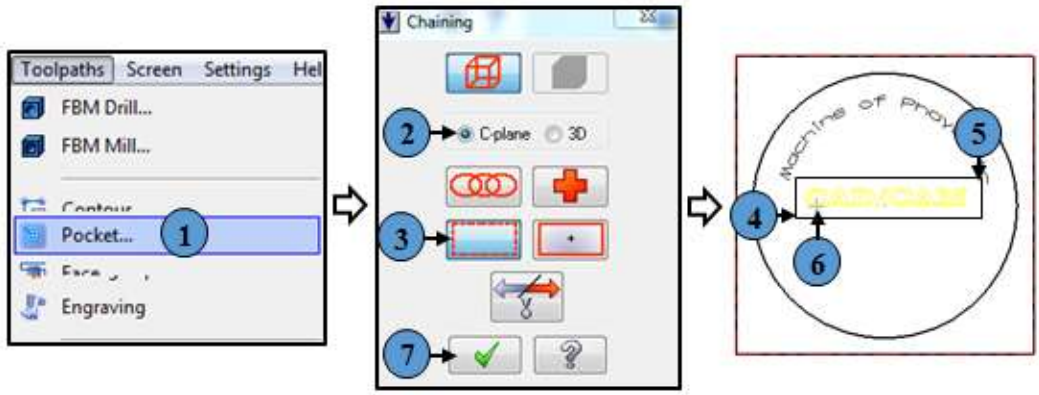


ภาพที่ 6.30 แสดงการตั้งค่าชิ้นงานกัดตัวอักษร

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความแนวนอนตัวอักษรมีความหนา

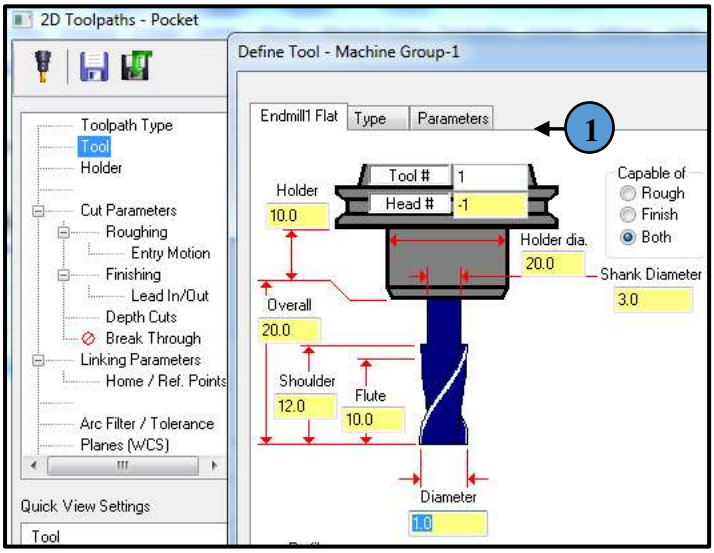
การกัดข้อความแนวนอนตัวอักษรมีความหนาสร้างโปรแกรมทางเดินกัดด้วยคำสั่ง Pocket (1) กำหนดเลือกเส้นในระนาบเดียวกัน (C-plane (2)) เลือกข้อความที่จะกัดแบบ Window (3) ลากกรอบครอบข้อความ 4,5 คลิกยืนยันตัวอักษรที่ต้องการกัด (6) คลิก O.K (7)



ภาพที่ 6.31 แสดงการเลือกข้อความแนวนอนที่จะกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

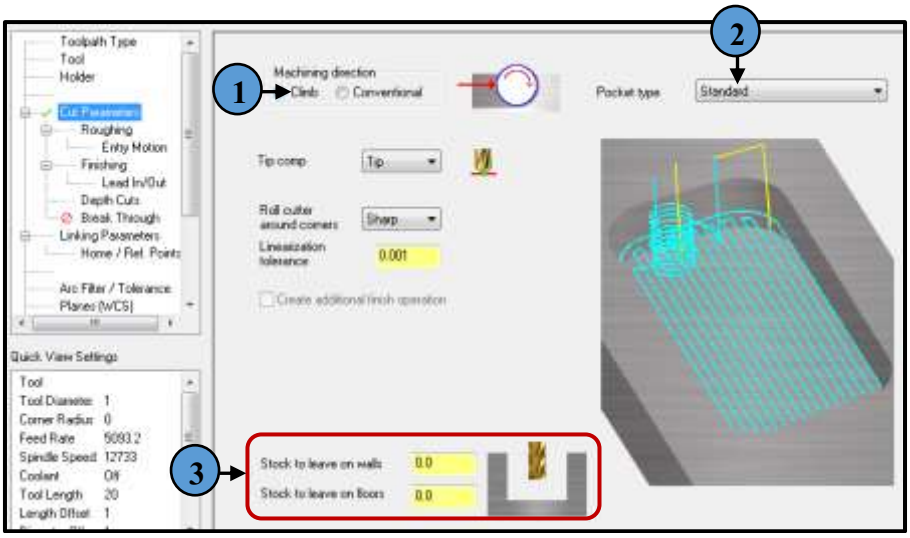
เลือกเครื่องมือตัดเป็นดอกกัด (End mill) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มม. คลิก Parameter (1) ปรับตั้งค่า Parameter แบบให้โปรแกรมคำนวณให้ (Calc. Speed/Feed)



ภาพที่ 6.32 แสดงการเลือกเครื่องตัดและปรับตั้งค่า Parameter

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

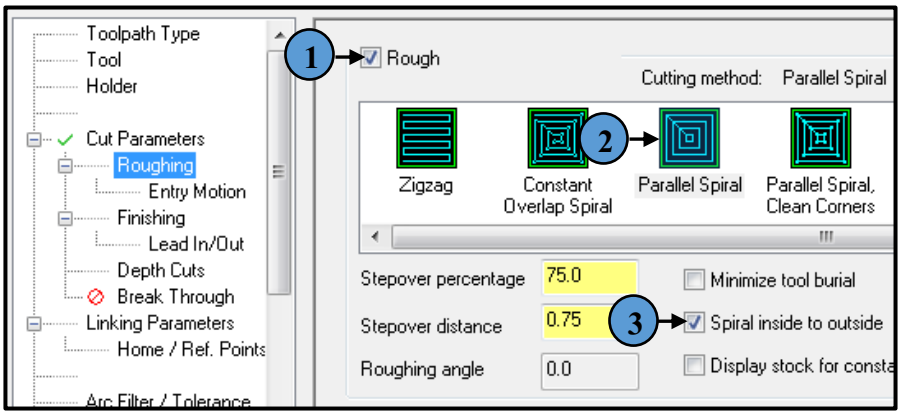
ตั้งค่าการกัด (Cut Parameter) ปรับตั้งค่า Machining direction เลือกเป็น Climb (1) Pocket type เลือกเป็น Standard (2) Stock to leave on walls/floors ป้อนค่าเป็น 0.0 (3)



ภาพที่ 6.33 แสดงการตั้งค่าการกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

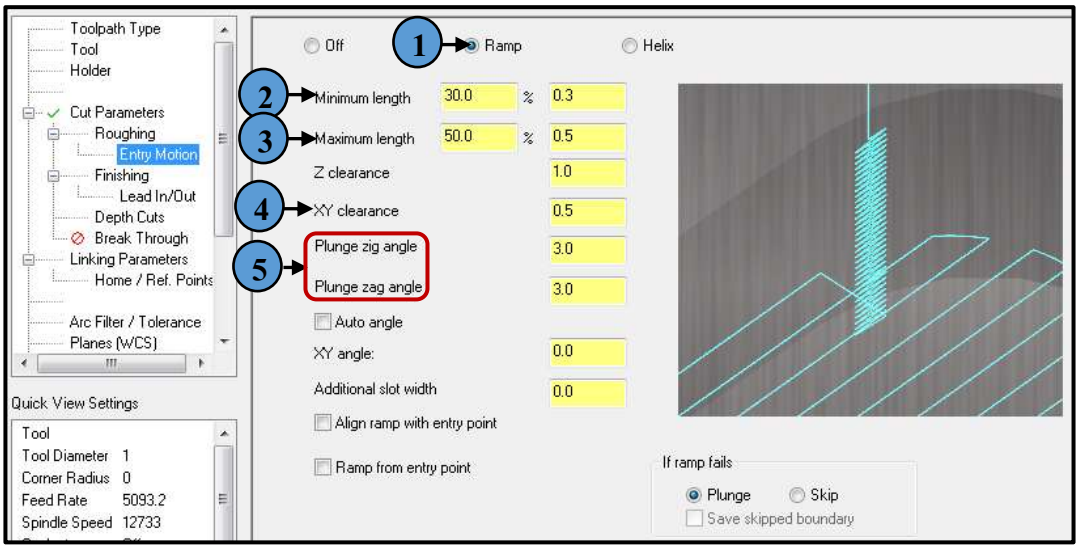
ตั้งค่าการกัดหยาบ (Roughing (1)) วิธีการเดินกัดเลือกแบบเดินกัดวนเป็นก้นหอย (Parallel Spiral (2)) เดินกัดจากด้านในออกมาด้านนอก (3)



ภาพที่ 6.34 แสดงการตั้งค่าการกัดหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

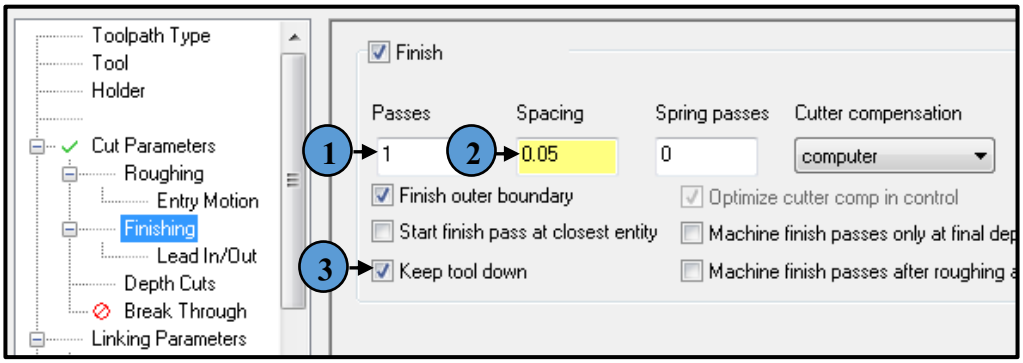
ปรับทางเข้าออกของดอกกัด (Entry Motion) เลือกดอกกัดลงแบบเอียงองศา (Ramp (1)) ความยาวเอียงมุมน้อยสุด (Minimum length (2)) ความยาวเอียงมุมน้อยสุด (Maximum length (3)) ระยะห่างขอบงานที่จะเอียงดอกกัดลง (XY clearance (4)) มุมเอียงองศาลงกัด (Plunge zig/zag angle (5))



ภาพที่ 6.35 แสดงการปรับตั้งค่าทางเข้าออกของดอกกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

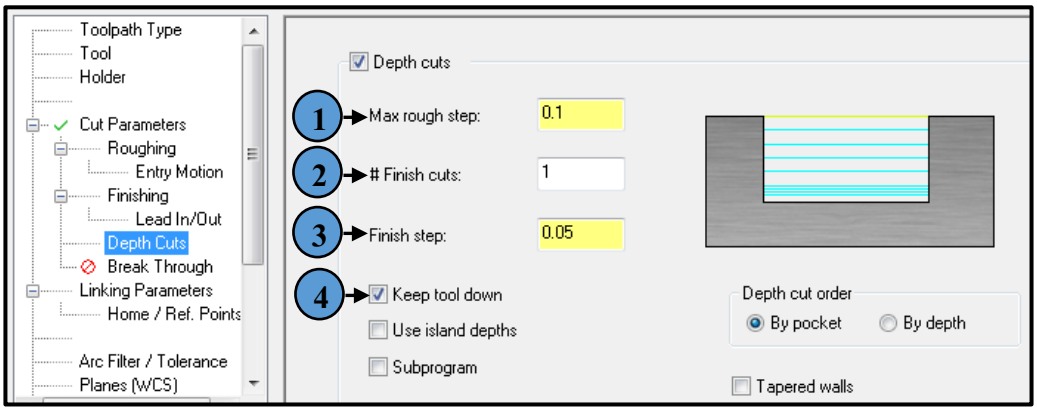
ปรับตั้งค่ากัดละเอียด (Finishing) จำนวนครั้งการเก็บผิวละเอียด (Passes (1)) ระยะขยับด้านข้างเก็บผิวครั้งสุดท้าย (Spacing (2)) ไม่ยกดอกกัดขึ้นในแต่ละชั้นการกัด (Keep tool down (3))



ภาพที่ 6.36 แสดงการปรับตั้งค่ากัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

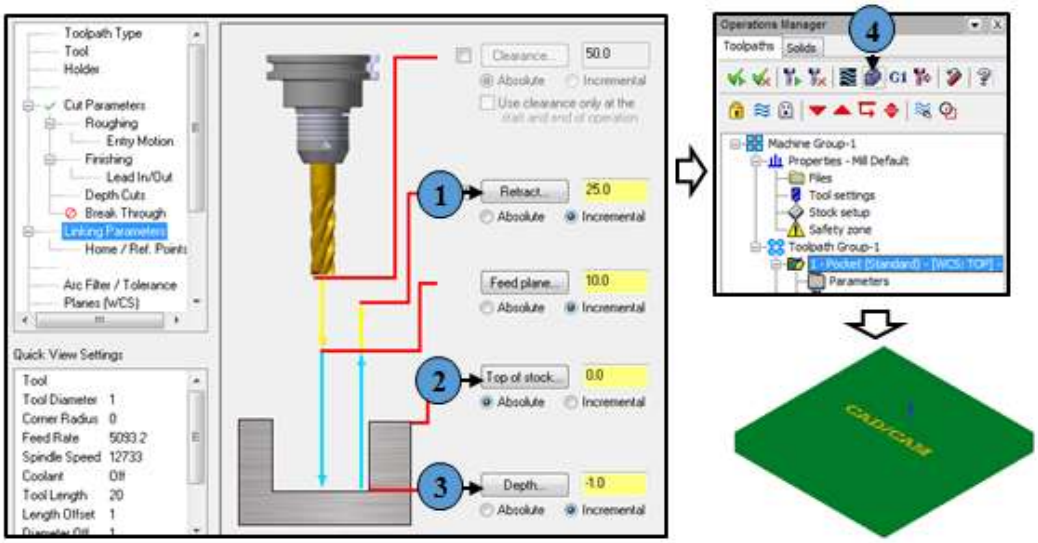
ตั้งค่าความลึกแต่ละชั้นการกัด (Depth Cuts) ความลึกชั้นกัดหยาบ (Max rough step (1)) จำนวนครั้งการเก็บผิวละเอียด (Finish cuts (2)) ความลึกชั้นการเก็บผิวละเอียด (Finish step (3)) ไม่ยกดอกกัดขึ้นในแต่ละชั้นการกัด (Keep tool down (4))



ภาพที่ 6.37 แสดงการตั้งค่าความลึกแต่ละชั้นการกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ตั้งค่าความลึกกัด (Linking Parameters) ระยะยกดอกกัดขึ้นในแต่ละชั้นการกัด (Retract 1)) ระยะเผื่อผิวงาน (Top of stock (2)) ระยะความลึกการกัดป้อนค่าเป็นลบ (Depth (3)) แล้วจำลองการทำงานของโปรแกรมทางเดินกัดตัวอักษร (Verify (4))

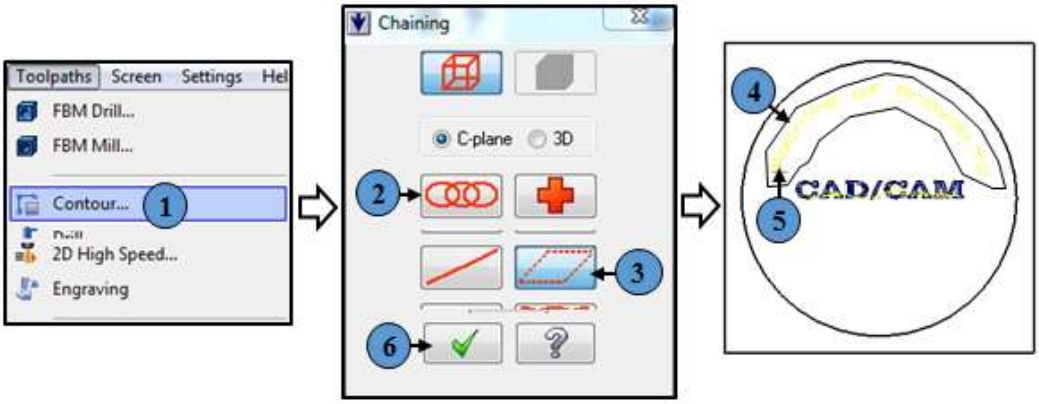


ภาพที่ 6.38 แสดงการตั้งค่าความลึกการกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6.2 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดตัวอักษรบนเส้นร่างตัวอักษรลายเส้น

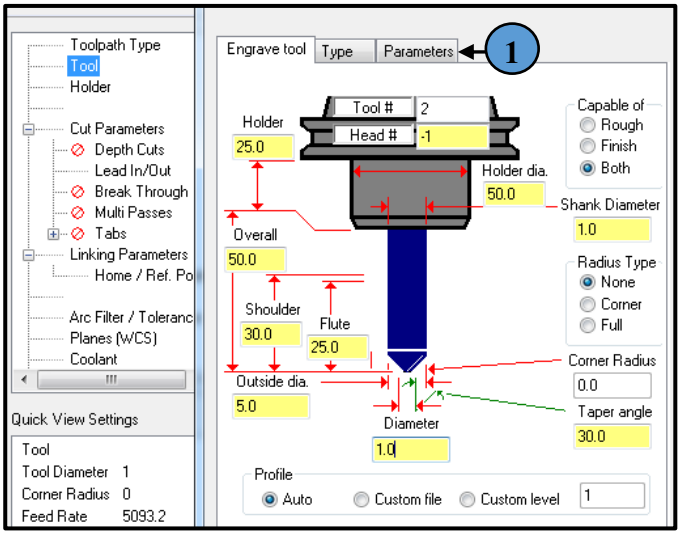
การกัดข้อความบนเส้นร่างสร้างโปรแกรมทางเดินกัดด้วยคำสั่งContour (1) กำหนดเลือกเส้นในระนาบเดียวกัน (C-plane (2)) เลือกข้อความที่จะกัดแบบ Polygon (3) ลากกรอบครอบข้อความ 4 คลิกยืนยันตัวอักษรที่ต้องการกัด (5) คลิก O.K (6)



ภาพที่ 6.39 แสดงการเลือกข้อความกัดบนเส้นร่าง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

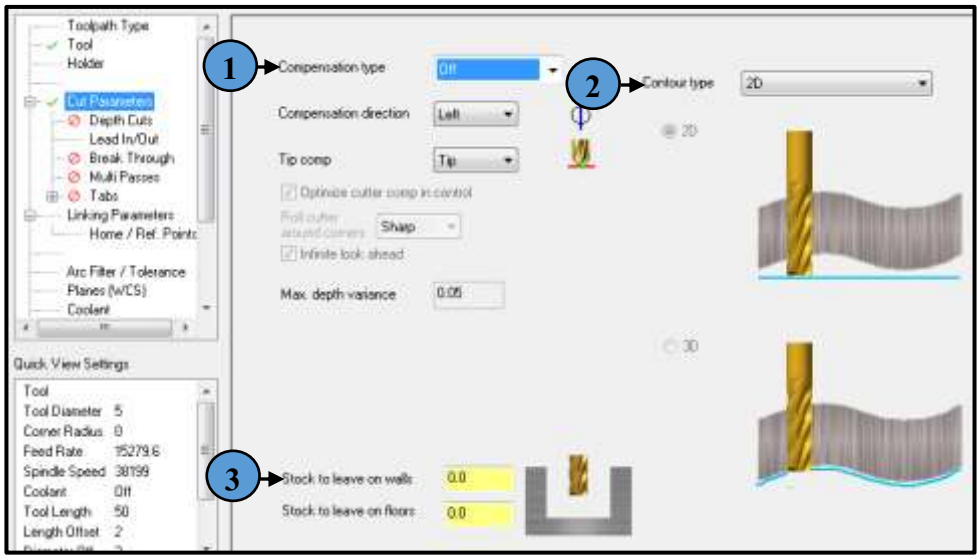
เลือกเครื่องมือตัดเป็นดอกกัด Engrave Tool ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 5 มม. มุม 30 องศา คลิก Parameter (1) ปรับตั้งค่า Parameter แบบให้โปรแกรมคำนวณให้ (Calc. Speed/Feed)



ภาพที่ 6.40 แสดงการเลือกเครื่องตัดและปรับตั้งค่ากัดข้อความบนเส้นร่าง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

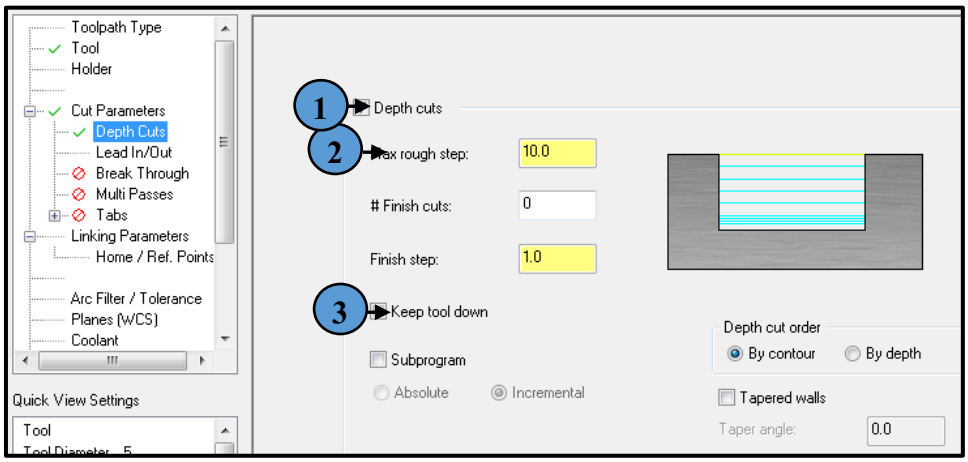
ตั้งค่าการกัด (Cut Parameter) ปิดการชดเชยรัศมีดอกกัด (Compensation type off (1)) กัดรอบรูปแบบ 2 D (Contour type (2)) ระยะเผื่อผิวแกน X,Y ป้อนค่าเป็น 0 (Stock to leave on wall (3))



ภาพที่ 6.41 แสดงการตั้งค่าการกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

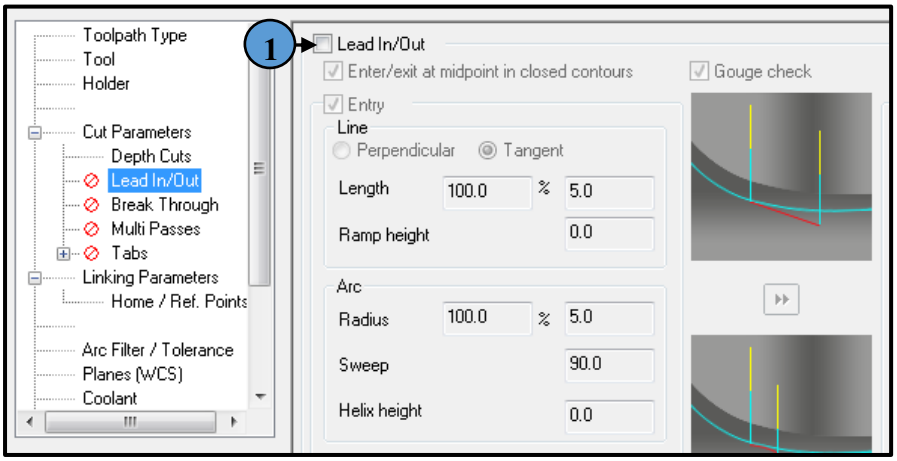
ตั้งค่าความลึกการกัดแต่ละชั้น (Depth Cuts) คลิกเลือกการตั้งค่า (Depth Cuts (1)) ความลึกการกัดหยาบแต่ละชั้น (Max rough step (2)) ให้ดอกกัดยกขึ้นทุกรอบการกัด (Keep to down (3))



ภาพที่ 6.42 แสดงการตั้งค่าความลึกการกัดแต่ละชั้น

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

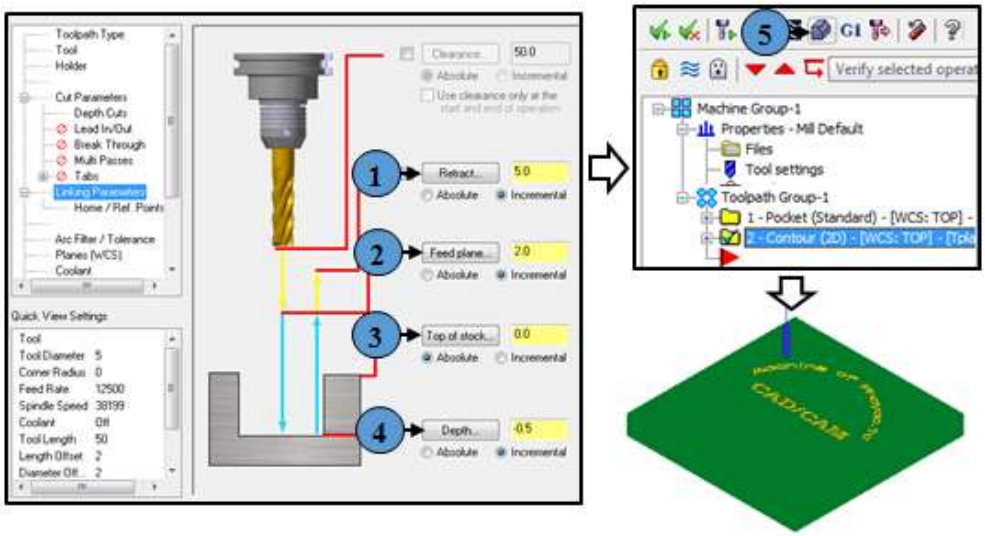
ปิดการตั้งค่าจุดเข้าออกงานของดอกกัดโดยเอาเครื่องหมายถูกออกจาก Lead In/Out (1)



ภาพที่ 6.43 แสดงการปิดการตั้งค่าจุดเข้าออกงานของดอกกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

ตั้งค่าความลึกกัด (Linking Parameter) ระยะยกดอกกัดขึ้น (Retract (1)) ระยะดอกกัดหยุดรอก่อนกัดงาน (Feed plane (2)) ระยะเผื่อผิวงาน (Top of stock (3)) ความลึกกัดค่าเป็นลบ (Depth (4)) จำลองการทำงานโปรแกรมทางเดินกัด (Verify (5))

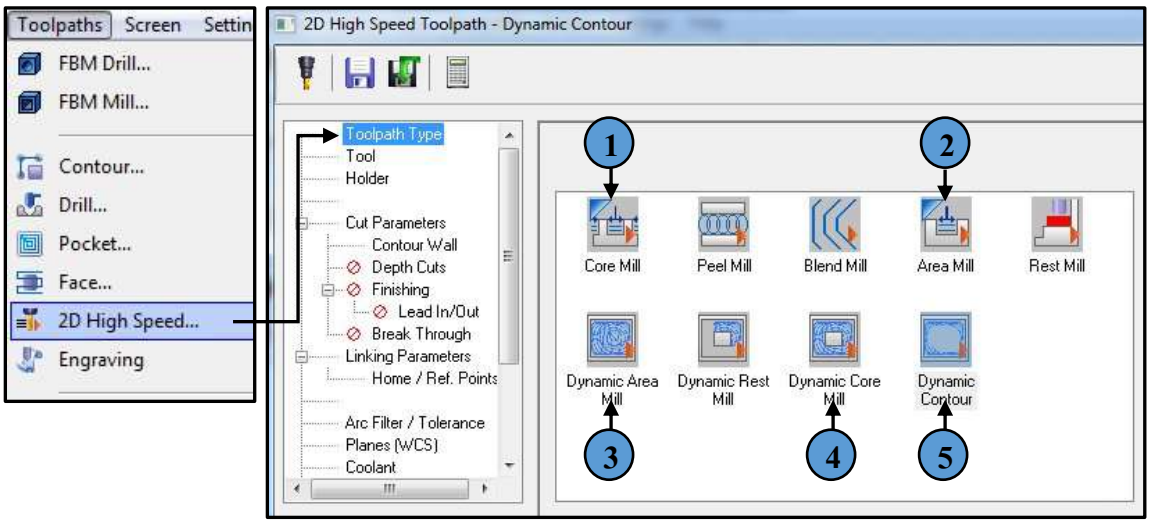


ภาพที่ 6.44 แสดงการตั้งค่าความลึกกัดและจำลองการทำงานทางเดินกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

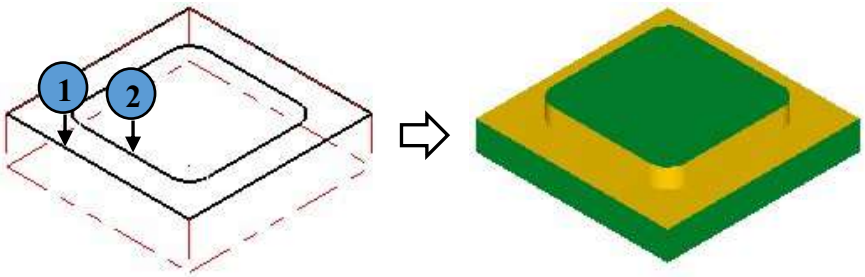
7. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed เป็นการรวมรูปแบบการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดทั้งหมดมาไว้ที่คำสั่งนี้คำสั่งเดียว มีความรวดเร็วในการทำงาน แต่การใช้งานจะมีความซับซ้อนกว่าการใช้งานโปรแกรมทางเดินกัดอื่นเล็กน้อย ผู้ใช้ต้องเข้าใจทำการคิดวิเคราะห์ในการเลือกรูปแบบการกัด และเส้นขอบเขตชิ้นงาน การเข้าสู่การทำงานโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ แบบ High Speed เลือก Toolpaths > 2D High Speed รูปแบบการเดินกัด Dynamic Mill ประกอบด้วย

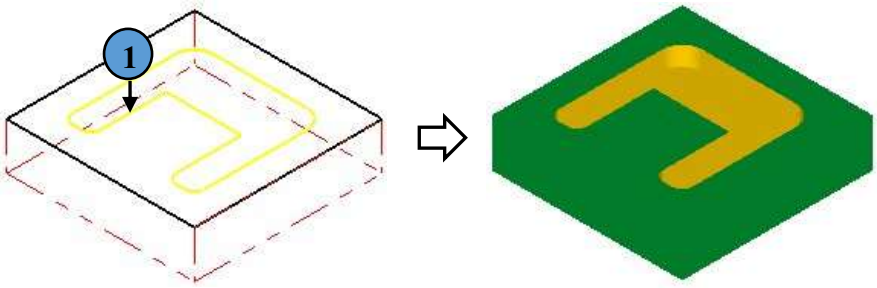


ภาพที่ 6.45 แสดงการเข้าสู่การทำงานการกัด 2 มิติ แบบ High Speed
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

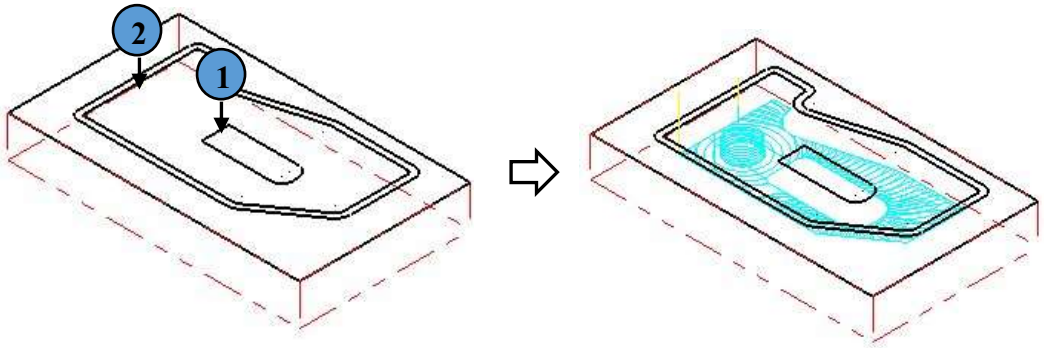
7.1 Core Mill หมายถึง เป็นการกัดตามเส้นรอบรูปให้เหลือเกาะ โดยการเลือกเส้น 1 และ 2



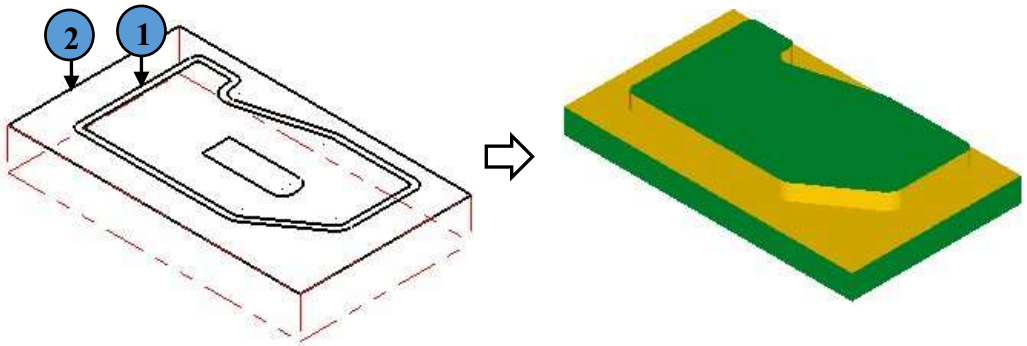
7.2 Area Mill หมายถึง เป็นการกัดหลุม โดยการเลือกเส้น 1 เพียงเส้นเดียว



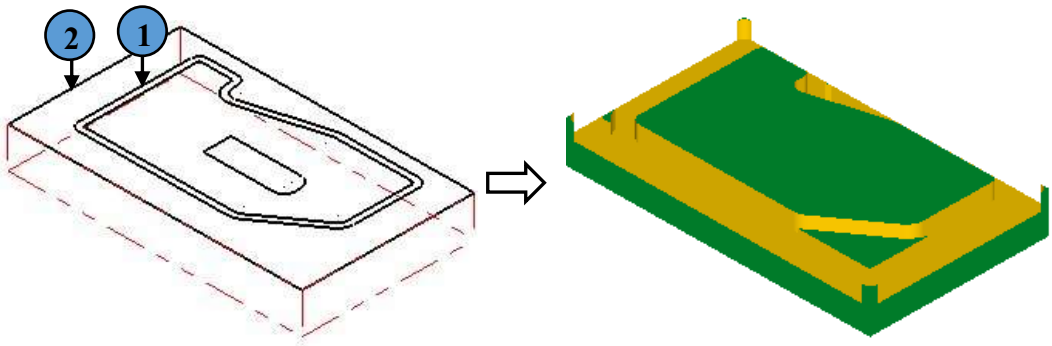
7.3 Dynamic Area Mill หมายถึง เป็นการกัดหลุมที่มีเกาะ กัดวนเป็นก้นหอย โดยเลือกเส้น 1 และ 2



7.4 Dynamic Core Mill (4) หมายถึง เป็นการกัดตามเส้นรอบรูป โดยเลือกเส้น 1 และ 2



7.5 Dynamic Contour หมายถึง เป็นการกัดตามเส้นรอบรูปที่คลิกเลือกเท่านั้น คลิกเส้น 1,2



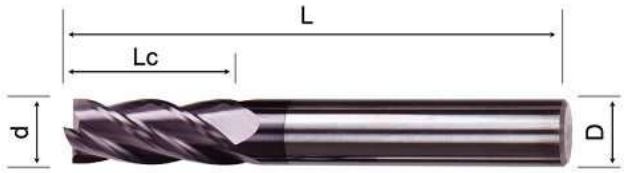
ตารางที่ 6.1 ขนาดดอกนำเจาะ (Center drill) (ที่มา **:** คู่มือแนะนำสินค้า บริษัท Sumitomo)

Nominal Size	**Size Ø d**	**Ø D**	**ความยาว l**	**ความยาว L**
1	1.0	4.0	4.0	36
1.5	1.5	5.0	5.0	42
2	2.0	6.0	6.0	47
2.5	2.5	8.0	7.5	53
3	3.0	10.0	9.5	58
4	4.0	12.0	11.0	69
5	5.0	14.0	13.0	82
6	6.0	18.0	16.0	95

ตารางที่ 6.2 ขนาดดอกสว่านเจาะทั่วไป (ที่มา : คู่มือแนะนำสินค้า บริษัท Sumitomo)

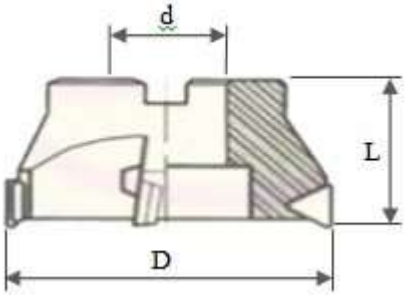
ø ดอกสว่าน	ความยาว l	ความยาว L	ø ดอกสว่าน	ความยาว l	ความยาว L
2 - 3	14	44	12 - 13	51	102
4 - 5	24	58	14	55	107
6	28	66	15	56	111
7	34	74	16	58	115
8	38	79	17	60	119
9	40	84	18	62	123
10	43	89	19	64	127
11	47	95	20	66	131

ตารางที่ 6.3 ขนาดดอกกัดทั่วไป (ที่มา : คู่มือแนะนำชิ้นค้า บริษัท Sumitomo)



ø ดอกกัด		ความยาว	ความยาว	ø ดอกกัด		ความยาว	ความยาว
d	D	Lc	L	d	D	Lc	L
1	4	5	40	6	6	24	60
1.5	4	7	40	8	8	32	80
2	4	9	40	10	10	40	90
2.5	4	11	50	12	12	48	100
3	6	13.5	50	16	16	64	120
4	6	17.5	50	20	20	80	140
5	6	22	60	-	-	-	-

ตารางที่ 6.4 ขนาดหัวกัด (Face mill) รุ่น WGC 3000RS (ที่มา **:** คู่มือแนะนำชิ้นค้า บริษัท Sumitomo)



ø หัวกัด		**ความยาว L**
D	**d**	
41	16	40
49	16	40
59	22	40
72	22	40

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.3
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 7 คะแนน

1. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความเลือกรูปแบบ Pocket type แบบใด (1 คะแนน)

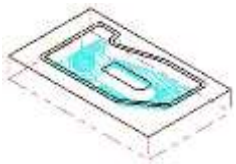
☐ Standard ☐ Island facing

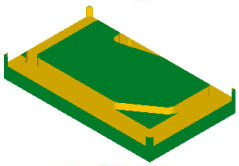
2. วิธีการเดินกัดแบบใดเหมาะสำหรับการกัดข้อความ (1 คะแนน)

☐ Zigzag ☐ Parallel Spiral

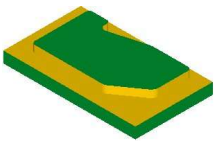
3. จากภาพชิ้นงานที่ได้เป็นการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed แบบใด (5 คะแนน)

……..3.1

……..3.2 

……..3.3 

……..3.4

……..3.5 

A. Dynamic Core Mill

B. Dynamic Contour

C. Core Mill

D. Area Mill

E. Dynamic Area Mill

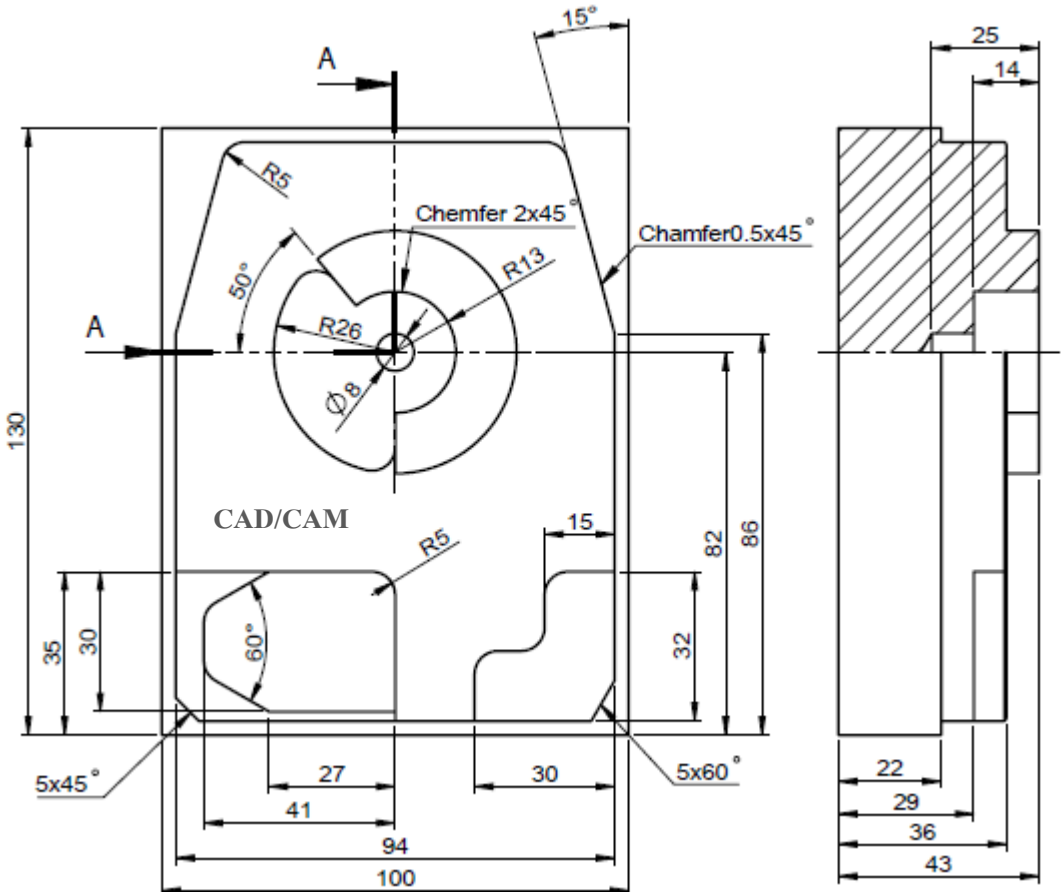
ใบงานที่ 6.4

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

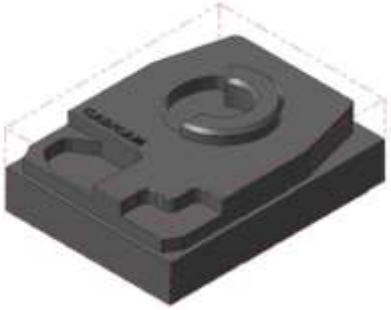
ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed ได้
2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตัวอักษรได้



Material : Aluminium



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. เขียนภาพเส้นร่างหน้าตัด 2 มิติ
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด ดังนี้
   - 3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป
   - 3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยคำสั่ง Pocket
   - 3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยคำสั่ง 2D High Speed
   - 3.4 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดลบมุม 2 x 45^{o}
   - 3.4 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดชื่อนักศึกษารูปแบบอักษรเป็นภาษาอังกฤษที่ระนาบ XY

ข้อเสนอแนะ

การใช้คำสั่ง 2D High Speed จะต้องคลิ๊กเส้นภาพหน้าตัดให้ถูกต้อง

เวลาในการปฏิบัติงาน : 60 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.4

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	Contour	1. End Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø 12 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Max a_p กัดบ่า =
		- Material : HSS	Shoulder =	Max a_e กัดบ่า =
			Flute =	Depth =
2	Pocket	2. End Mill	Holder =	Feed rete =
		- Ø 10 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 4	Shank Dia =	Max a_p กัดร่อง =
		- Material : HSS	Shoulder =	Depth =
			Flute =	
3	Drill	3. Twin Drill	Holder =	Feed rate =
		- Ø 8 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	
4	Contour กัดตัวอักษร	4. Engraving Bit	Holder =	Depth =
		- ØD 0.3 mm.	Overall =	
		- No. of flutes : 3	Shank Dia =	
		- Material : HSS	Out. Dia =	
			Taper angle =	

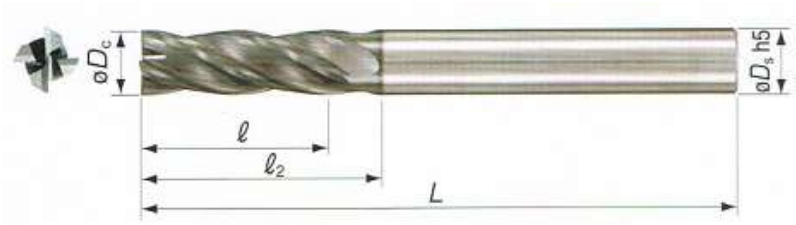
<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

Step	Toolpath	Tools		Parameters
5	Chamfer	6. Chamfer Mill - Ø OD 37.3 - No. of flutes : 2 - Material : Carbide	Diameter = Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Width = Depth =

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง

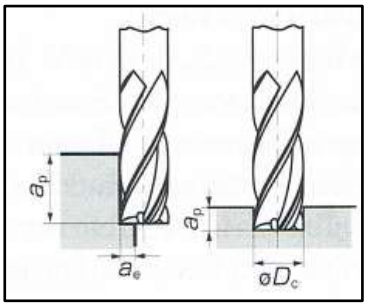
ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : End mill **Material** : HSS



หมายเลขรุ่น	øDc	ℓ	ℓ2	L	øDs
GSX 40100C-3D	1.0	3.0	4.0	40	4
GSX 40150C-3D	1.5	4.5	5.5	40	4
GSX 40200C-3D	2.0	6.0	7.0	40	4
GSX 40250C-3D	2.5	7.5	8.5	40	4
GSX 40300C-3D	3.0	9.0	10.5	50	6
GSX 40400C-3D	4.0	12.0	13.5	50	6
GSX 40500C-3D	5.0	15.0	17.0	50	6
GSX 40600C-3D	6.0	18.0	—	50	6
GSX 40800C-3D	8.0	24.0	—	70	8
GSX 41000C-3D	10.0	30.0	—	90	10
GSX 41200C-3D	12.0	36.0	—	90	12
GSX 41600C-3D	16.0	48.0	—	110	16
GSX 42000C-3D	20.0	60.0	—	120	20

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด



➢ **เงื่อนไขการกัดที่แนะนำ (HSS End Mill)**

	Cutter Diameter (มม.)	Aluminium Brass Speed (รอบ/นาที)	Aluminium Brass Feed (มม./นาที)	Steel 600 N/mm^2 Speed (รอบ/นาที)	Steel 600 N/mm^2 Feed (มม./นาที)	Cast Iron Bronze Speed (รอบ/นาที)	Cast Iron Bronze Feed (มม./นาที)
	3	6000	70	3000	35	1900	22
	4	5000	80	2500	38	1500	25
	5	4000	92	2000	46	1300	32
	6	3000	140	1500	70	950	45
	8	2450	190	1200	97	750	57
	10	2000	216	1000	107	625	64
	12	1500	254	750	127	475	84
	16	1200	254	600	127	375	84
	20	1000	229	500	114	300	76
กัดบ่า	ความลึก a_p	2.5Dc					
	ความลึก a_e	0.03Dc					
กัดร่อง	ความลึก a_p	0.1Dc		0.2Dc			

ที่มา : https://www.siamcncmachinery.com/webboard/index.php?topic=1976.0

ข้อมูลทางเทคนิค

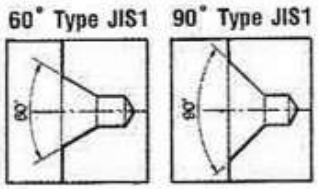
Tool Type : Engraving Bit **Material** : HSS

ขนาด Size (D.) mm.	องศา Degree	**ความยาวทั้งหมด** Edge length (mm.)	**ความโตก้านจับ** Shank Diameter (mm.)
0.1	30^{o}	45	6
0.2	30^{o}	45	6
0.3	30^{o}	45	6
0.4	30^{o}	45	6
0.5	30^{o}	45	6

ที่มา : https://www.cnc-kit.net/15644654/engrave

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Center Drill **Material** : HSS

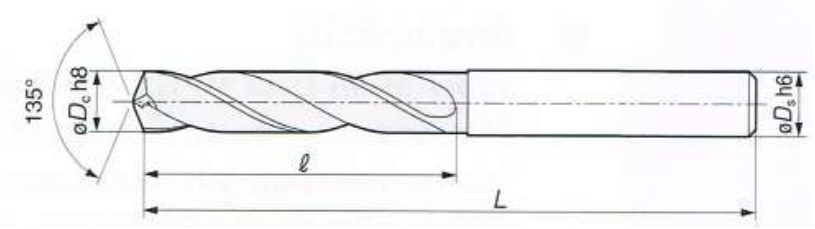


CX CODE	NOMINAL SIZE	d SIZE	D SIZE	L SIZE	ℓ
CT03-06-3874	0.7	0.7	3.5	35	0.7
CT03-06-3876	1	1	4.0	35	1.1
CT03-06-3878	1.5	1.5	5.0	40	1.6
CT03-06-3880	2	2	6.0	45	2.1
CT03-06-3882	2.5	2.5	8.0	50	2.6
CT03-06-3884	3	3	10.0	55	3.2
CT03-06-3886	4	4	12.0	66	4.2
CT03-06-3888	5	5	14.0	78	5.3
CT03-06-3890	6	6	18.0	90	6.3

ที่มา : http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Twins Drill **Material** : HSS



ø Dc (mm)	ø Ds (mm)	ชื่อรุ่น	ความยาว (mm)	
			L	1
5	5	MDW 0460	61	25
6	6	MDW 0560	65	27
7	7	MDW 0660	73	33
8	8	MDW 0760	78	36
9	9	MDW 0860	82	38
10	10	MDW 0960	87	41
11	11	MDW 1060	93	45
12	12	MDW 1160	100	47

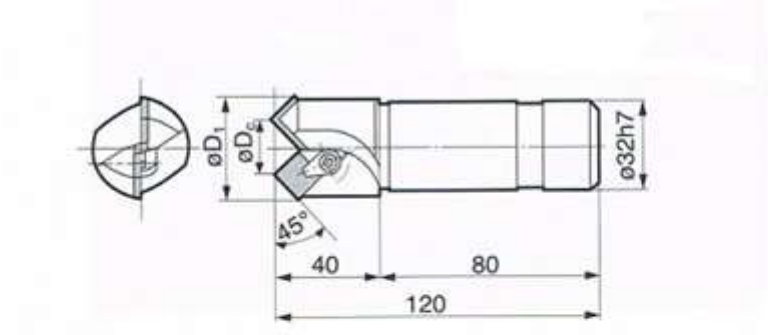
➢ **เงื่อนไขการเจาะที่แนะนำ** (**Vc** : อัตราเร็วตัด m/min, **f** : อัตราการป้อน mm/rev)

เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน øDc (mm)		เหล็กนิ่ม (~200HB)	เหล็กทั่วไป (~300HB)	สแตนเลส สตีล (~200HB)	เหล็กหล่อ (FC250)
~3	Vc	30~70	30~70	10~40	40~70
	f	0.10~0.20	0.10~0.20	0.06~0.12	0.15~0.25
~5	Vc	40~100	40~100	15~55	40~70
	f	0.15~0.25	0.15~0.25	0.08~0.15	0.15~0.30
~10	Vc	50~130	50~130	15~60	50~80
	f	0.20~0.35	0.20~0.35	0.10~0.20	0.20~0.35
~16	Vc	60~140	60~140	20~60	60~100
	f	0.25~0.35	0.25~0.35	0.10~0.20	0.25~0.35

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Chamfer Mill **Material** : Carbide



ชื่อรุ่น	ขนาด (มม.)		จำนวนฟัน	เส้นผ่านศูนย์กลางหลังจากลบมุม
	øDc	øD1		
SMC 407	7	24.3	1	ø11.0 ~ ø23.8
SMC 420	20	37.3	2	ø21.2 ~ ø36.8
SMC 435	35	52.3	2	ø36.2 ~ ø51.8

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 6.4

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed

หน่วยที่ 6
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 60 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนภาพเส้นร่างหน้าตัด 2 มิติ				
2	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยคำสั่ง Pocket				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมด้วยคำสั่ง 2D High Speed				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดตัวอักษร				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้ ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

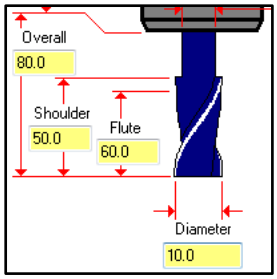
(.....)

ผู้สอน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 6 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดหมายถึงการตั้งค่าความยาวคมตัดของดอกกัด



ก. Flute
ข. Shoulder
ค. Diameter
ง. Overall

2. ข้อใดคือค่า Parameters ความเร็วการยกดอกกัดขึ้น

ก. Feed X, Y
ข. Plunge rate
ค. Retract rate
ง. Feed rate

3. การตั้งค่า Stock to leave สำหรับการกัดละเอียดคือข้อใด

ก. Stock to leave X,Y = 0.2
ข. Stock to leave Z = 0.2
ค. Stock to leave X,Y,Z = 0.2
ง. Stock to leave X,Y = 0.0

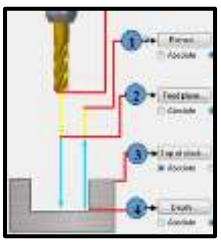
4. คำตอบข้อใดเป็นการตั้งค่า Parameters จำนวนรอบการกัดตามเส้นรอบรูป

ก. Depth Cut
ข. Lead in/out
ค. Multi Passes
ง. Keep tool down

5. ค่า Linking Parameter ใดคือการตั้งค่าเผื่อความหนาชิ้นงาน

ก. Depth
ข. Retract
ค. Feed Plane
ง. Top of Stock

6. จากภาพช่องหมายเลย 1 เป็นการตั้งค่า Linking Parameter เกี่ยวกับข้อใด



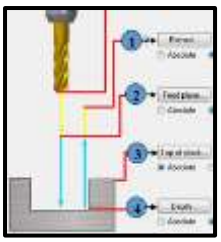
ก. ความลึกรูเจาะแนวแกน Z

ข. ระยะยกขึ้นของดอกสว่าน

ค. ระยะเผื่อผิวงานแนวแกน Z

ง. ความเร็วเคลื่อนที่ดอกสว่านระนาบ X, Y

7. จากภาพช่องหมายเลย 4 เป็นการตั้งค่า Linking Parameter เกี่ยวกับข้อใด



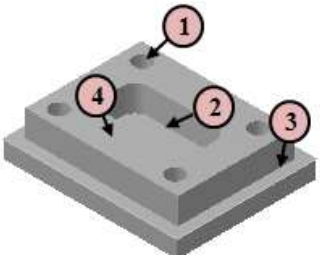
ก. ความลึกรูเจาะแนวแกน Z

ข. ระยะยกขึ้นของดอกสว่าน

ค. ระยะเผื่อผิวงานแนวแกน Z

ง. ความเร็วเคลื่อนที่ดอกสว่านระนาบ X, Y

จากรูปและตัวเลือกใช้ตอบคำถามข้อ 8 – 9



ก. Face Toolpath

ข. Drill Toolpath

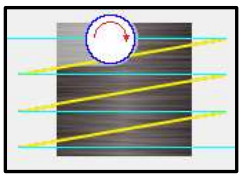
ค. Contour Toolpath

ง. Pocket Toolpath

8. จากรูปต้องการกัดส่วนที่ 1 ต้องเลือกการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดแบบใด

9. จากรูปต้องการกัดส่วนที่ 4 ต้องเลือกการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดแบบใด

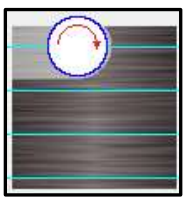
10. จากภาพเป็นการกัดงานปาดหน้ารูปแบบ (Style) ตามข้อใด



ก. Zigzag ข. One Pass

ค. One Way ง. Dynamic

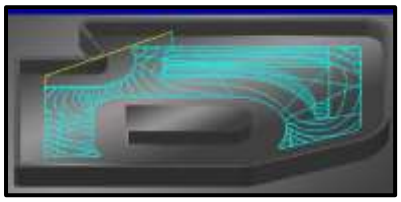
11. จากภาพเป็นการกัดงานปาดหน้ารูปแบบ (Style) ตามข้อใด



ก. One Way ข. One Pass

ค. Zigzag ง. Dynamic

12. จากภาพเป็นการสาธิตการกัดด้วยคำสั่ง Toolpath 2D High Speed รูปแบบการกัดตามข้อใด



ก. Core Mill

ข. Area Mill

ค. Dynamic Core Mill

ง. Dynamic Area Mill

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 6.3
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 7 คะแนน

4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดข้อความเลือกรูปแบบ Pocket type แบบใด (1 คะแนน)

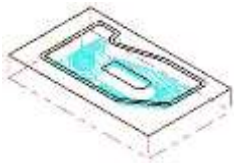
☑ Standard ☐ Island facing

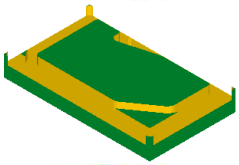
5. วิธีการเดินกัดแบบใดเหมาะสำหรับการกัดข้อความ (1 คะแนน)

☐ Zigzag ☑ Parallel Spiral

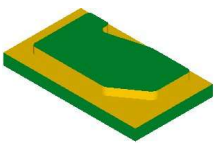
6. จากภาพชิ้นงานที่ได้เป็นการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 2D High Speed แบบใด (5 คะแนน)

…**C**...3.1

…**E**...3.2 

…**B**...3.3 

…**D**...3.4

…**A**...3.5 

A. Dynamic Core Mill
B. Dynamic Contour
C. Core Mill
D. Area Mill
E. Dynamic Area Mill

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 4 เรื่อง การสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

---

1. ก
2. ค
3. ง
4. ค
5. ง
6. ข
7. ก
8. ข
9. ก
10. ก
11. ก
12. ง

โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 7

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ **จำนวน** 10 **ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

<u>ทฤษฎี</u>

1. การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ
2. การสร้างก้อนวัตถุ
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ
4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ

<u>ปฏิบัติ</u>

1. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ
2. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ

รายการสอน	**จุดประสงค์การสอน**
<u>ทฤษฎี</u>	
1. การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ	1. อธิบายการสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติได้
2. การสร้างก้อนวัตถุ	2. อธิบายการสร้างก้อนวัตถุได้
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ	3. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม3มิติได้
4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ	4. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง3มิติได้
<u>ปฏิบัติ</u>	
1. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ	1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติได้
2. งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ	2. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติได้

วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต

<table>
<tr><td> </td><td colspan="2">โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติ
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา : 3102-2005
ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จำนวน 10 ชั่วโมง</td></tr>
<tr><td colspan="2">สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอน
หน่วยที่ 7 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอน
หน่วยที่ 7 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ
เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ</td><td>เอกสารอ้างอิง : บรรณานุกรมลำดับที่ 2,4,6,25</td></tr>
<tr><td colspan="3">การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน / หลังเรียน / แบบฝึกหัดท้ายบท /ใบงาน
แบบประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์</td></tr>
</table>

แผนการสอนที่ 13	**หน่วยที่ 7**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 1**
หน่วยที่ 7 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ
2. การสร้างก้อนวัตถุ
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานเป็น 3 มิติก่อน แล้วทำการค้นหา หรือสร้างเครื่องมือตัดสร้างก้อนวัตถุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ เพื่อทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด Die ด้วยคำสั่งที่ใช้สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ (Toolpaths / Surface High Speed) การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด Die เป็นการกัด 3 มิติ มีโปรแกรมการกัดมากกว่าหนึ่งโปรแกรม คือมีการกัดหยาบแล้วค่อย ๆ ลดขนาดของดอกกัดลงจนทำให้พื้นผิววัตถุมีความละเอียดมากที่สุดแล้วทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดที่มีรูปแบบทางเดินกัดแตกต่างจากการกัดหยาบ

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ (Toolpaths / Surface High Speed) เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติได้

1.2 อธิบายการสร้างก้อนวัตถุได้

1.3 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติได้

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 7 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (10 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำชิ้นงานให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. ชิ้นงานนี้มีกระบวนการผลิตอย่างไร

2. ถ้าต้องผลิตจำนวนมากในเวลาจำกัดกระบวนการผลิตที่เหมาะสมคือ

3. เครื่องมือที่ใช้ผลิตชิ้นงานจำนวนมากในเวลาจำกัดคืออะไร

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 7 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ

2.2 การสร้างก้อนวัตถุ

2.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1 ใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2 (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 7.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1 (50 นาที) ใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2 (50 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการจัดการเครื่องมือตัด การใช้งานคำสั่งการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.1 และใบงานที่ 7.2 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

1.2 ใบงานที่ 7.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1

1.3 ใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงช้อนสั้น

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 7 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด3มิติ แผ่นที่ 1-30

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2
3. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

www.mastercamthaitraining.com/images

https://nana-jipata.blogspot.com/2010/11/mastercam-x3.html

กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ (Toolpaths / Surface High Speed)

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ ด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใด กล่าวผิด เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ
   - ก. สร้างภาพหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Create
   - ข. สร้างภาพหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Primitives
   - ค. ภาพหน้าตัด 2 มิติ เป็นภาพ 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Solid
   - ง. ภาพ 3 มิติ ที่มีรูปร่าง ขนาดต่างกันไม่ต้องรวมเนื้อโลหะด้วยคำสั่ง Boolean

2. ภาพที่เกิดจากการสร้างด้วยคำสั่งใดต่อไปนี้ ไม่ได้ แสดงเป็นภาพ 3 มิติ
   - ก. Solid
   - ข. Create
   - ค. Surface
   - ง. Primitives

3. ภาพชิ้นงานเพื่อสร้างก้อนวัตถุต้องสร้างให้มีคุณสมบัติตามข้อใด
   - ก. Line
   - ข. Surface
   - ค. Solids
   - ง. Wire Frame

4. การสร้างก้อนวัตถุข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้องที่สุด
   - ก. ป้อนค่าความยาวตามแนวแกน X
   - ข. ป้อนค่าความกว้างตามแนวแกน Y
   - ค. ป้อนค่าความหนาตามแนวแกน Z
   - ง. เลือกการตั้งค่าแบบ All Solid

5. ขั้นตอนใดต่อไปนี้คือขั้นตอนการสร้างก้อน
   - ก. Create Solid
   - ข. Stock Setup
   - ค. 2D High Speed
   - ง. Machine Type

6. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดต้องเลือก Toolpath Type แบบใด

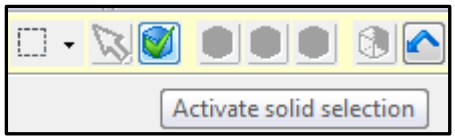
ก. Waterline

ข. Radial

ค. Spiral

ง. Scallop

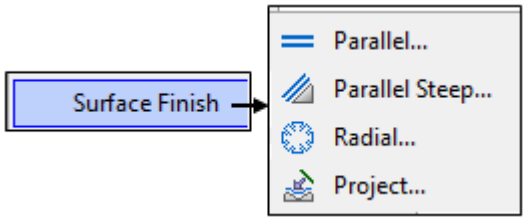
7. จากภาพคือขั้นตอนหนึ่งของการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดขั้นตอนนั้นคือข้อใด



ก. จัดลำดับขั้นตอนการกัดก้อนวัสดุ ข. เลือกผิวก้อนวัสดุที่ต้องการกัด

ค. สร้างก้อนวัสดุเพื่อกัดชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ง. เลือกรูปแบบการการเดินกัด

8. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดต้องเลือก Toolpath Type แบบใด



ก. Parallel

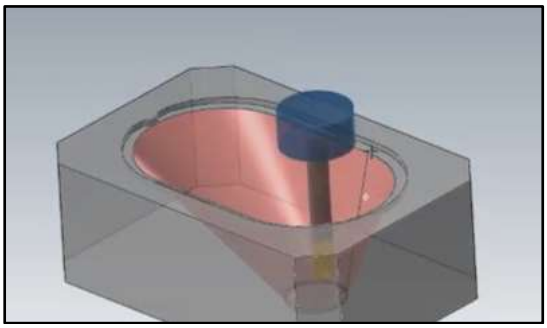
ข. Parallel Steep

ค. Radial

ง. Project

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	สอนครั้งที่ 1
	ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ	จำนวน 5 ชั่วโมง

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานเป็น 3 มิติก่อน แล้วทำการค้นหา หรือสร้างเครื่องมือเพื่อทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดก้อนวัตถุให้เป็นชิ้นส่วนแม่พิมพ์ คำสั่งที่ใช้สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ คือ Toolpaths / Surface High Speed เพียงคำสั่งเดียว แล้วทำการเลือกรูปแบบการกัด ปกติแล้วการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จะมีมากกว่าหนึ่งโปรแกรม คือมีการกัดหยาบแล้วค่อย ๆ ลดขนาดของดอกกัดลงจนทำให้พื้นผิววัตถุมีความละเอียดมากที่สุด แล้วทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดที่มีรูปแบบทางเดินกัดแตกต่างจากการกัดหยาบ ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น Punch กับส่วนที่เป็น Die โปรแกรมทางเดินกัด Die ก็จะแตกต่างจากโปรแกรมทางเดินกัด Punch โดยจะใช้คำสั่ง Surface Rough สำหรับการกัดหยาบ และใช้คำสั่ง Surface Finish สำหรับการกัดละเอียด



"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างทางเดิน 3 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์" https://www.youtube.com/watch?v=KlC9zfpU4Lk

ภาพที่ 7.1 แสดงการกัดหลุม 3 มิติ

ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=KlC9zfpU4Lk

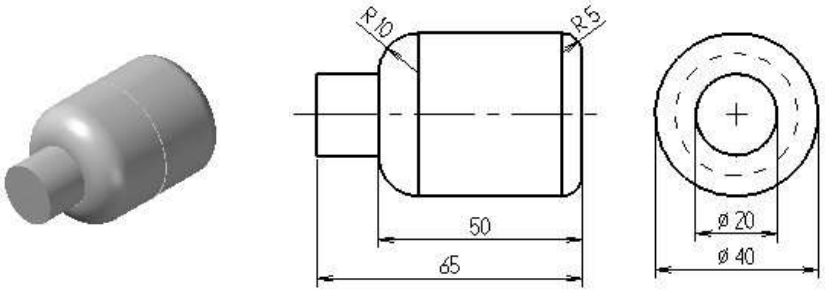
1. การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ

การสร้างภาพชิ้นงานกัด 3 มิติ แตกต่างจากการสร้างชิ้นงาน 2 มิติ ที่ต้องสร้างด้วยคำสั่ง Solid ให้ชิ้นงานมีลักษณะเป็นก้อนวัตถุที่มีพื้นผิว ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานกัด 3 มิติ จากแบบงานดังนี้

1.1 เขียนภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Create

1.2 ใช้คำสั่ง Solid ยืดภาพหน้าตัด 2 มิติ สร้างเป็นภาพ 3 มิติ

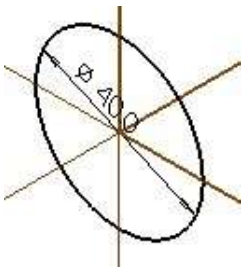
1.3 กรณีมีภาพหน้าตัดหลายชิ้น ต้องรวมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยคำสั่ง Solid > Boolean Add



ภาพที่ 7.1 แสดงภาพตัวอย่างขั้นตอนการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.1 สร้างภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Create ที่มุมมอง Front สร้างภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ เส้นผ่านศูนย์กลาง 40 มม.



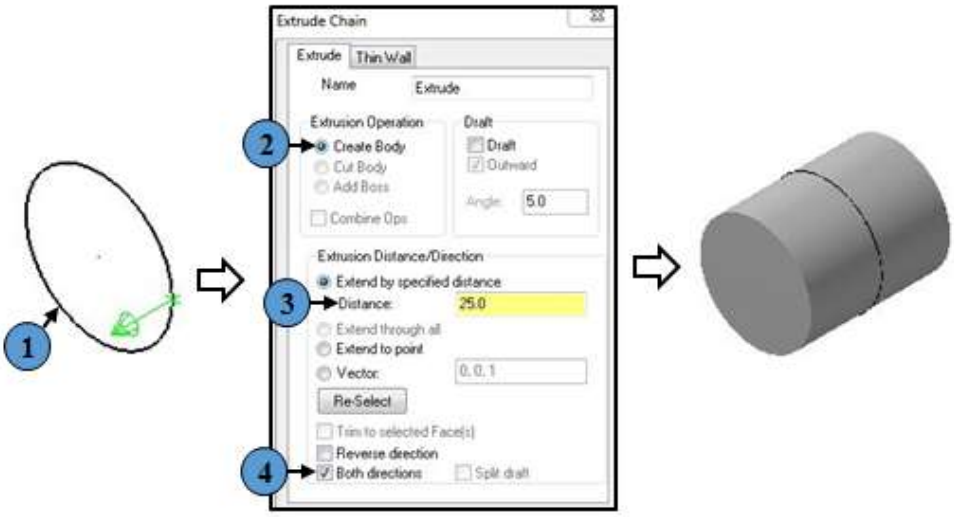
ภาพที่ 7.2 การเขียนภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.2 ใช้คำสั่ง Solid > Extrude ยืดภาพหน้าตัดชิ้นงาน 2 มิติ ออก 2 ทิศทางยาวรวม 50 มม. ดังนี้

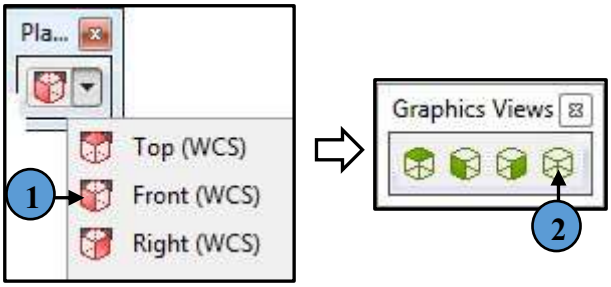
1) คลิกเลือกเส้นขอบงาน (1)

2) กรอบสนทนา Extrude Chain คลิก Create Body (2) > Distance 25 (3) > Both directions (4)



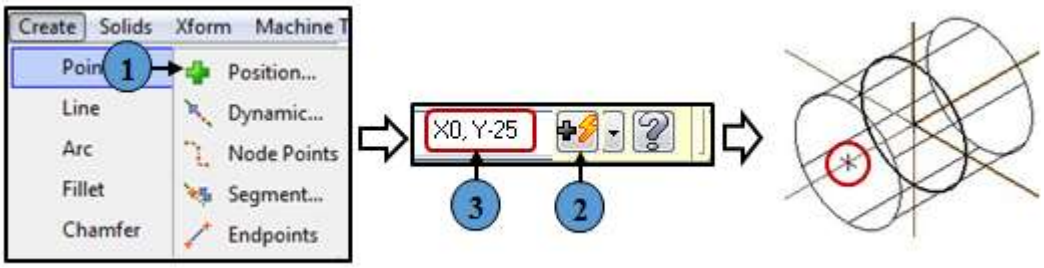
ภาพที่ 7.3 แสดงการยืดภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ 2 ทิศทาง
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3) ย้ายระนาบ Front ออกจากจุด Origin มาที่ Y-25 เพื่อสร้างวงกลมดังรูป โดยที่ Plan คลิก Front WCS (1) > Graphics Views คลิก Isometric (2)



ภาพที่ 7.4 แสดงการเตรียมการย้ายระนาบออกจากจุด Origin
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

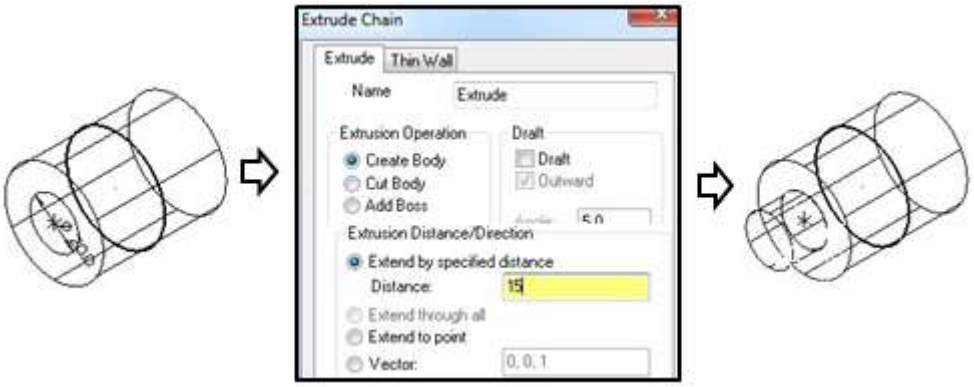
4) สร้างจุดเพื่อเป็นจุดในการเขียนวงกลม Create > Point > Position (1) คลิก Fast Point (2), ที่ Ribbon bar พิมพ์จุดกำเนิด Point X0, Y-25 (3)



ภาพที่ 7.5 แสดงการสร้างจุดเพื่อเป็นจุดในการเขียนวงกลม

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

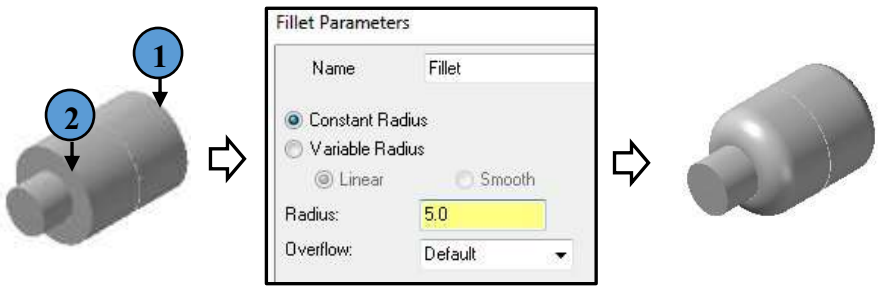
5) เขียนวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. ที่จุดที่สร้างขึ้น แล้วยืดวงกลมออกยาว 15 มม.



ภาพที่ 7.6 แสดงยืดวงกลมด้วยคำสั่ง Solid, Extrude

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

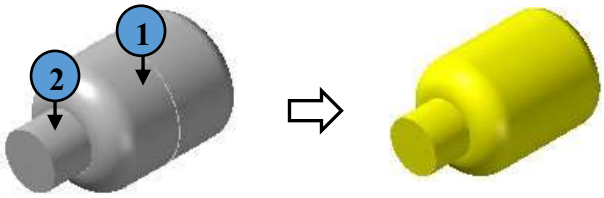
6) ลบมุมมนผิวชิ้นงาน 3 มิติ ด้วยคำสั่ง Solid > Fillet คลิกที่เส้น 1 Radius = 5 OK แล้ว คลิกที่เส้น 2 Radius = 10 > OK



ภาพที่ 7.6 แสดงการลบมุมมนภาพชิ้นงาน 3 มิติ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.3 รวมเนื้อชิ้นงานทั้งสองส่วนให้เป็นเนื้อเดียวกัน ด้วยคำสั่ง Solid > Boolean Add โดยคลิกตัวขวด (1) แล้วคลิกคอขวด (2) > OK วัตถุจะเปลี่ยนสีเป็นสีเดียวกันทั้งชิ้น

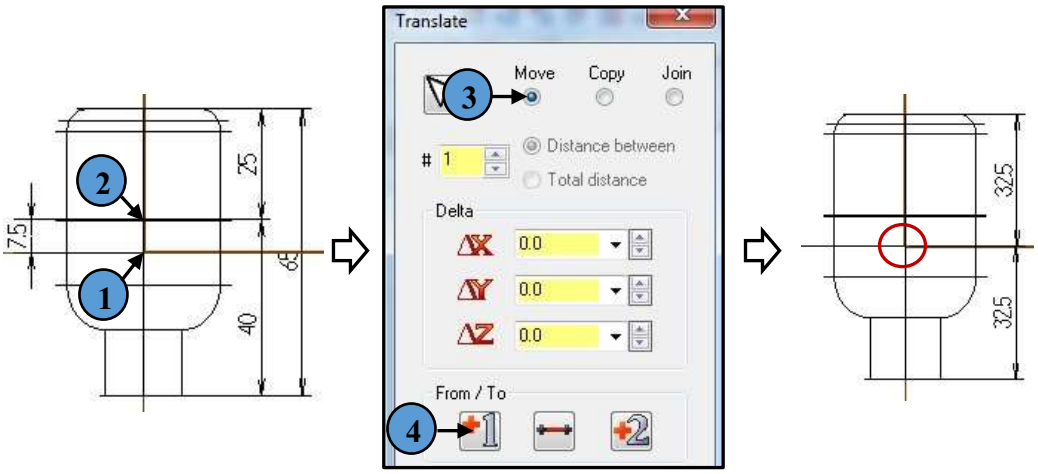


ภาพที่ 7.7 แสดงการรวมเนื้อวัตถุที่สำเร็จ วัตถุจะเปลี่ยนสีทั้งหมด
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2. การสร้างก้อนวัตถุ

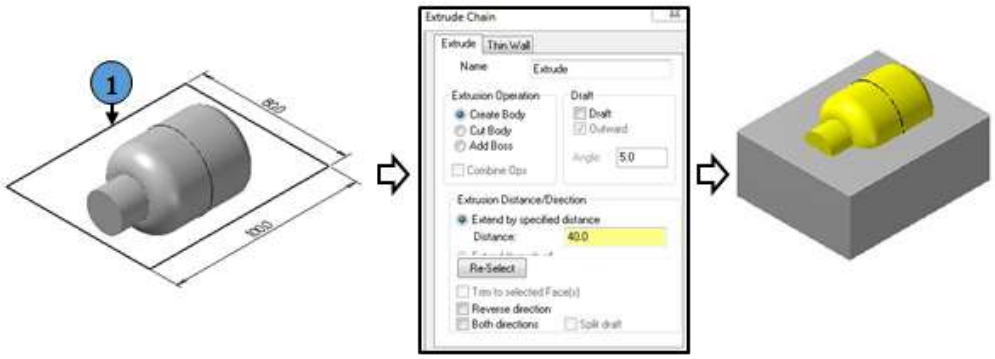
เมื่อเขียนภาพชิ้นงาน 3 มิติแล้ว ภาพชิ้นงานไม่ใช่ส่วนที่จะทำการตัดเฉือน ส่วนที่จะทำการตัดเฉือนจะเป็นก้อนวัตถุที่มีมิติ โดยมีขั้นตอนการสร้างก้อนวัตถุดังนี้

1) ที่มุมมอง Top ใช้คำสั่ง Xfrom > Translate > Move ย้ายงานออกจากจุด Origin (1) ไปยังจุด (2), คลิก Move (3), คลิก From/To +1 (4) แล้วคลิกลากจากจุดที่ 1 ไปวางที่จุด 2



ภาพที่ 7.8 แสดงการย้ายชิ้นงานออกจากจุด Origin เพื่อให้ชิ้นงานสมมาตร
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

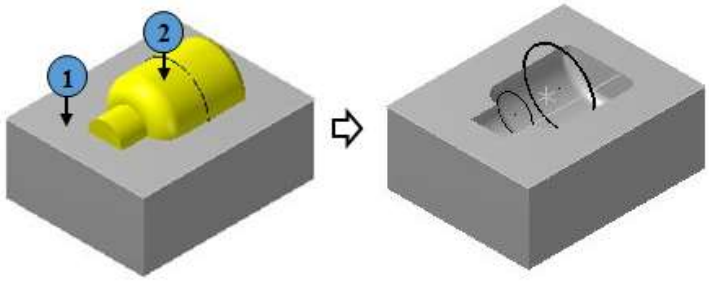
2) สร้างก้อนวัตถุสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด □ 100 X 80 แล้วยืดก้อนวัตถุออกเป็นระยะทาง 40 มม. คำสั่ง Solid > Extrude โดยเลือกที่เส้น 1



ภาพที่ 7.9 แสดงการยืดภาพหน้าตัด 2 มิติ ออกเป็นก้อนวัตถุ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

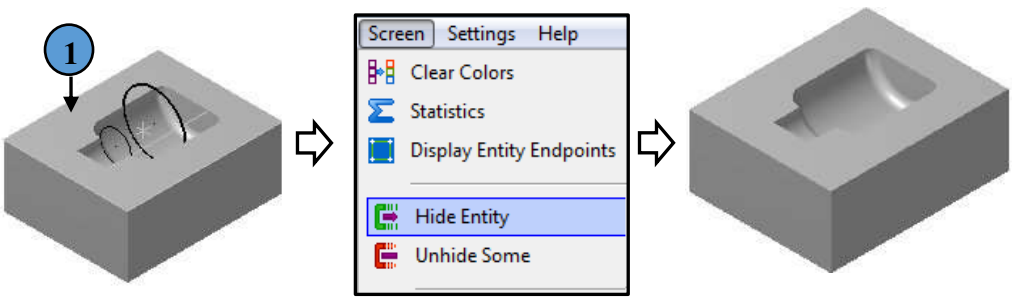
3) ตัดเนื้อวัตถุก้อนสี่เหลี่ยมออกเพื่อให้เกิดเป็นหลุม ใช้คำสั่ง Solid > Boolean Remove คลิกผิว 1 และคลิกผิว 2 OK



ภาพที่ 7.10 แสดงการตัดเนื้อก้อนวัตถุออกให้เป็นหลุมสำหรับทำ Punch

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4) ซ่อนเส้นร่างภาพหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Screen > Hide Entity คลิกผิว 1 > OK



ภาพที่ 7.11 แสดงการซ่อนเส้นร่างภาพหน้าตัด 2 มิติ

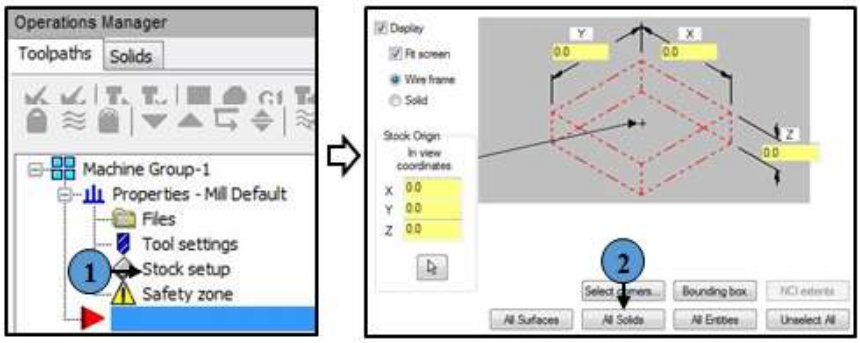
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ

เมื่อทำการเตรียมก้อนวัตถุเพื่อกัดหลุมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดด้วยคำสั่ง Surface High Speed โปรแกรมทางเดินกัดนี้จะมี 2 หรือ 3 โปรแกรม เพื่อให้ผิวของหลุมที่กัดมีความละเอียดมากที่สุด โดยมีขั้นตอนการกัดหลุมดังนี้

3.1 ตั้งค่าชิ้นงาน (Stock setup)

ตั้งค่าชิ้นงานทั้งหมดแบบอัตโนมัติ คลิก All Solid (2) จะได้ค่าขนาดชิ้นงาน X, Y, Z ตามชิ้นงานที่สร้างขึ้น

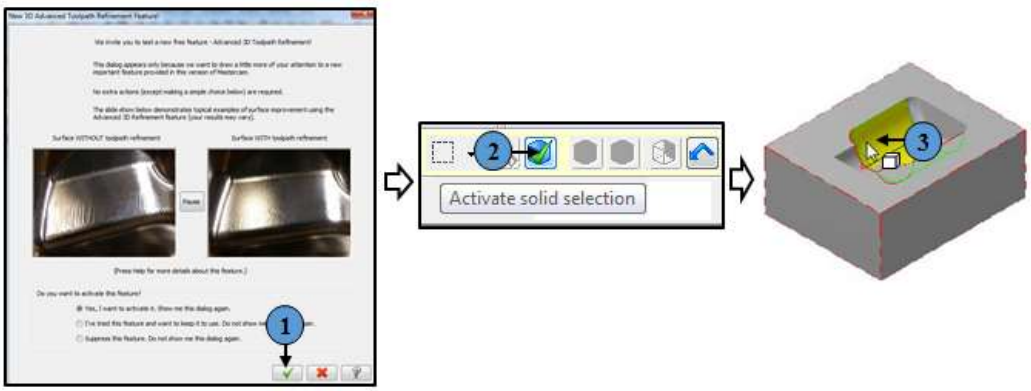


ภาพที่ 7.12 แสดงการทำ Stock setup เพื่อให้ภาพ 3 มิติ เป็นก้อนวัตถุกัด Die

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

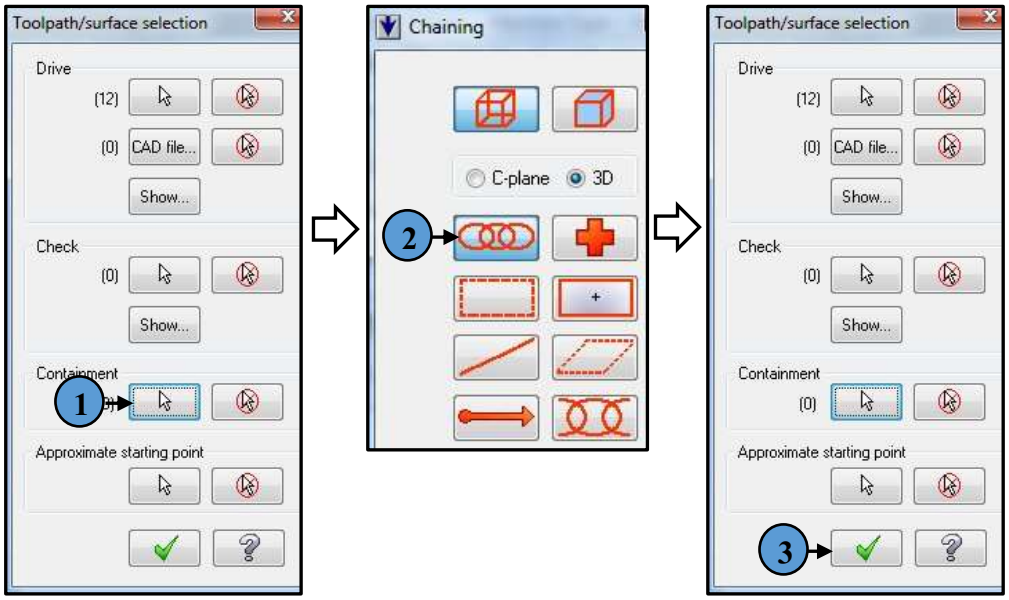
1) คลิก Toolpaths > Surface High Speed กรอบสนทนา New 3D Advanced คลิก OK (1) แล้วกำหนดพื้นผิวทางเดินกัดคลิกเลือกพื้นผิว (2) คลิกเลือกก้อนวัตถุที่จะกัด (3) > OK



ภาพที่ 7.13 แสดงการเลือกพื้นผิวเพื่อสร้างทางเดินตัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

2) เลือกพื้นที่เดินกัด กรอบสนทนา Toolpath > Surface selection > Containment คลิก (1) กัดเฉพาะด้านในเส้น > Chaining คลิก (2) > Toolpath > Surface selection คลิก OK (3)

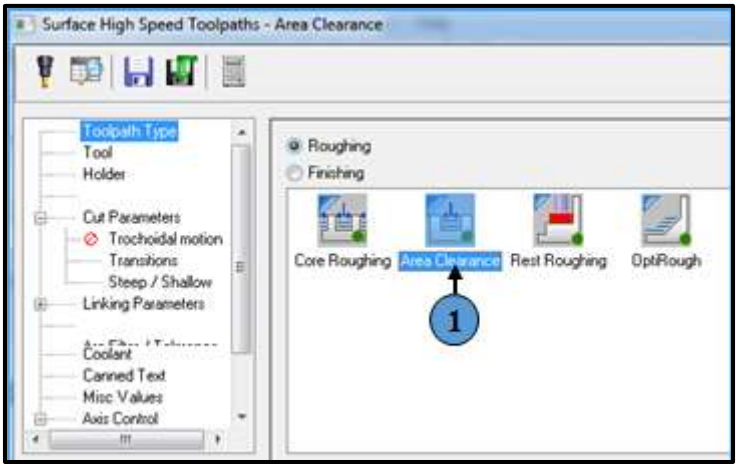


ภาพที่ 7.14 แสดงวิธีการเลือกเครื่องมือตัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 1 ดังนี้

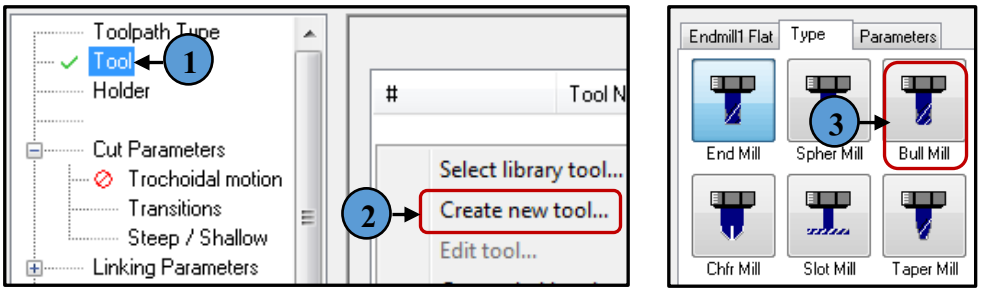
1) รูปแบบทางเดินกัด (Toolpath Type) เลือก Area Clearance (1)



ภาพที่ 7.15 แสดงรูปแบบการกัดหยาบครั้งที่ 1

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

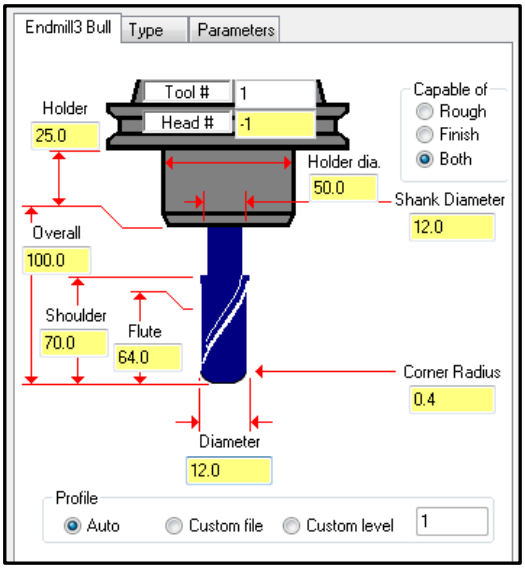
2) เลือกเครื่องมือตัด คลิก Tool (1) Create New Tool (2) เลือก Ball Mill (3)



ภาพที่ 7.16 แสดงการเลือกเครื่องมือกัดหยาบ ครั้งที่ 1

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3) ตั้งค่าขนาด Ball Mill

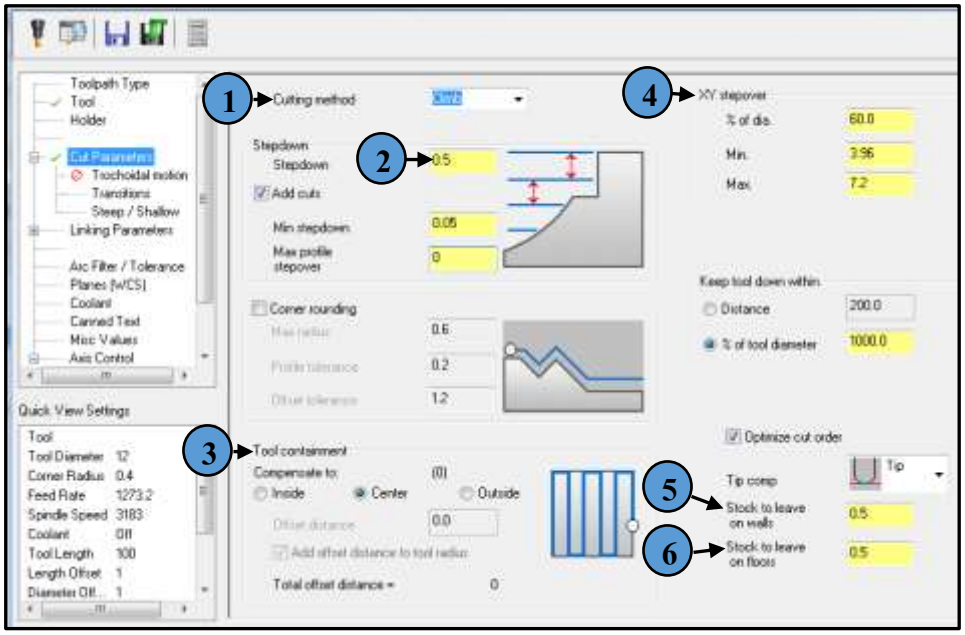


ภาพที่ 7.17 แสดงการตั้งค่าขนาดดอกกัด Ball Mill

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

หมายเลข Tool #	= 1	Head # = 1
Diameter	= 12	
Conner Radius	= 0.4 (2)	
Flute	= 64	
Overall	= 100	

4) ปรับตั้งค่าการกัด คลิก Cut Parameter



ภาพที่ 7.18 แสดงการตั้งค่าการตัดที่ Cut Parameter

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Cut method (1) เลือกเป็น Climb

Stepdown (2) ความลึกชั้นกัดหยาบ ป้อนค่า 0.5 mm

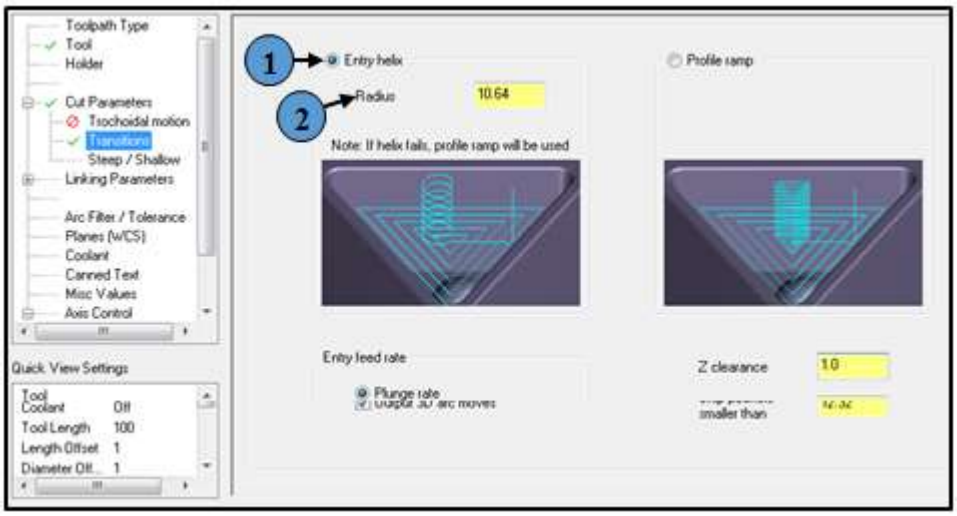
Tool containment (3) พื้นที่การกัดด้วยดอกกัด เลือกเป็น Center

XY stepover (4) ระยะขยับกัดด้านข้าง ช่อง % of dia ป้อนเป็น 60 %

Stock to leave on walls (5) ระยะเผื่อผิวด้านข้าง ป้อนค่า 0.2

Stock to leave on flors (6) ระยะเผื่อผิวแกน Z ป้อนค่า 0.2

5) ปรับตั้งการเข้าออกของดอกกัด คลิก Transition



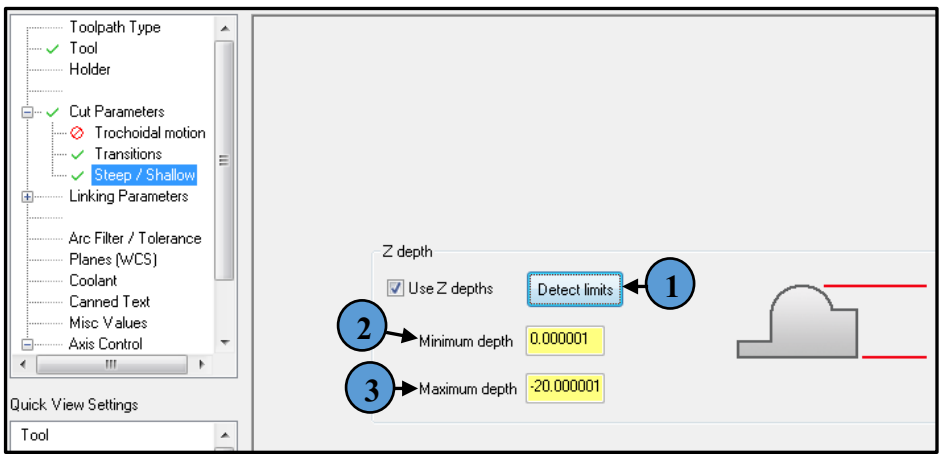
ภาพที่ 7.18 แสดงการปรับตั้งค่าการเข้าออกกัดงาน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Entry helix (1) ดอกกัดวนลงเป็นเกลียวองศา

Radius (2) ระยะรัศมีโค้งเข้ากัด ป้อนค่า 5

6) ปรับค่าความลึกการกัด คลิก Steep > Sallow



ภาพที่ 7.18 แสดงการปรับตั้งค่าความลึกการกัด

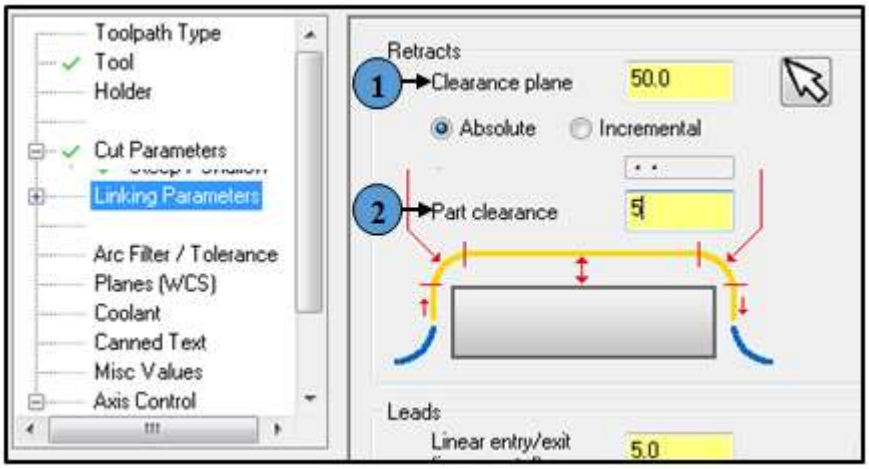
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Delete limits (1) ค่าความลึกกัดงานให้โปรแกรมคำนวณแบบอัตโนมัติ

Minimum depth (2) ระยะกัดจากด้านบน

Maximum (3) ระยะกัดชิ้นงานลึกสุด

7) ปรับตั้งค่ายกขึ้นของดอกกัด คลิก Linking Parameters



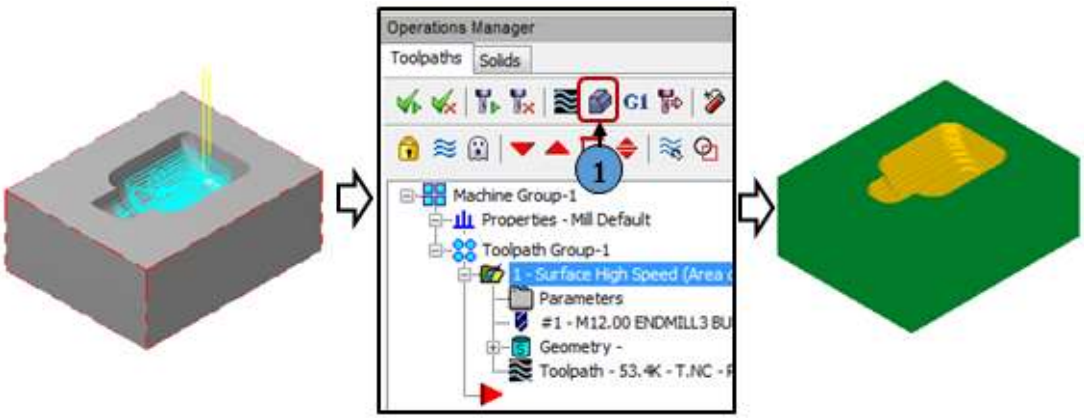
ภาพที่ 7.19 แสดงการตั้งค่ายกดอกกัดที่ Linking Parameters

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Clearance plane (1) ระยะยกขึ้นของดอกกัด

Part clearance (2) ระยะยกยกขึ้นของดอกกัดระหว่างชิ้นงาน

8) จำลองการทำงานทางเดินกัด คลิก Verify selected Operations (1)

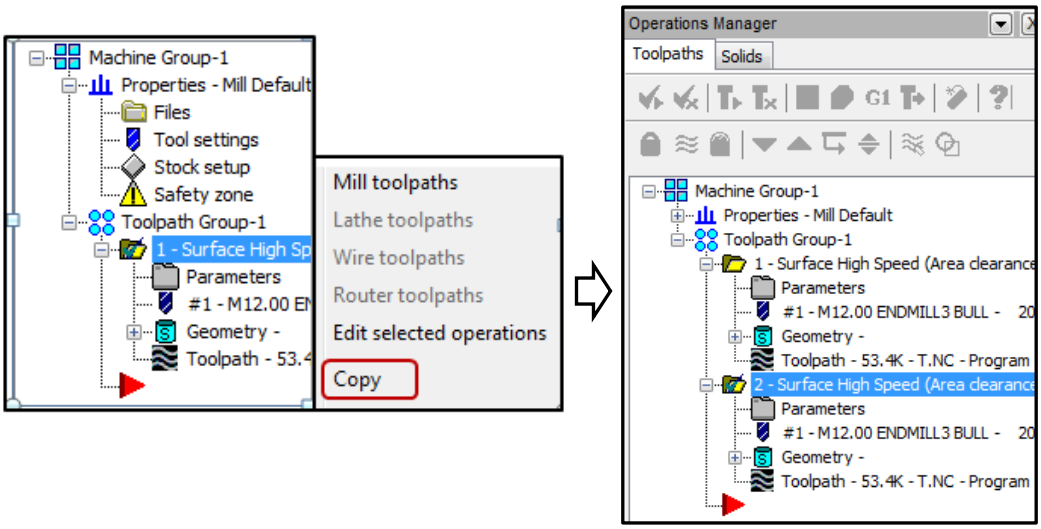


ภาพที่ 7.20 แสดงจำลองทางเดินกัดหยาบครั้งที่ 1

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 2 ดังนี้

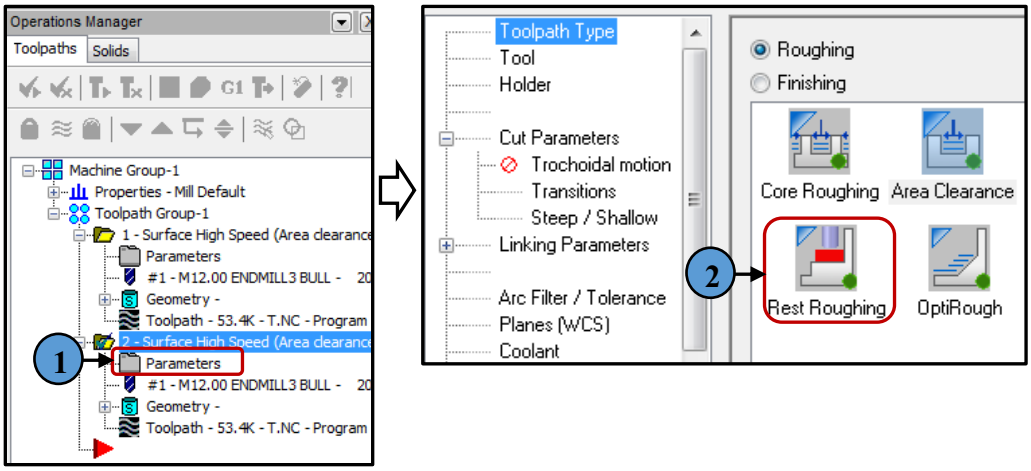
1) คัดลอกโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 1 คลิกเมาส์ขวาที่ Surface High Speed (1) คลิก Copy (2) วางที่หัวลูกศรสีแดง (3)



ภาพที่ 7.21 แสดงการคัดลอกโปรแกรมทางเดินกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

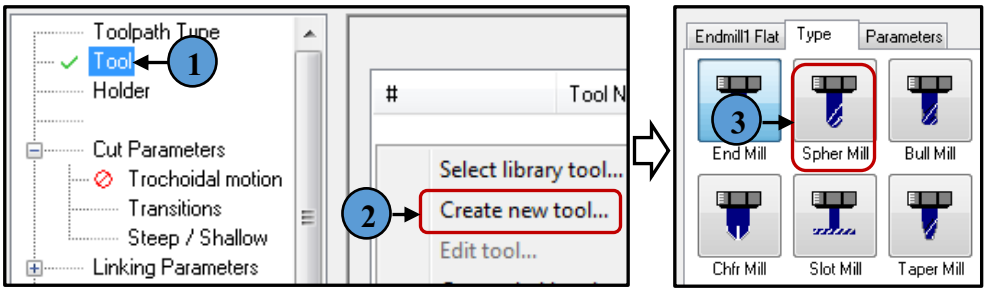
2) เลือกรูปแบบการเดินกัดหยาบครั้งที่ 2 คลิกที่ Parameter (1) เลือก Rest Roughing (2)



ภาพที่ 7.22 แสดงการคัดลอกโปรแกรมทางเดินกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

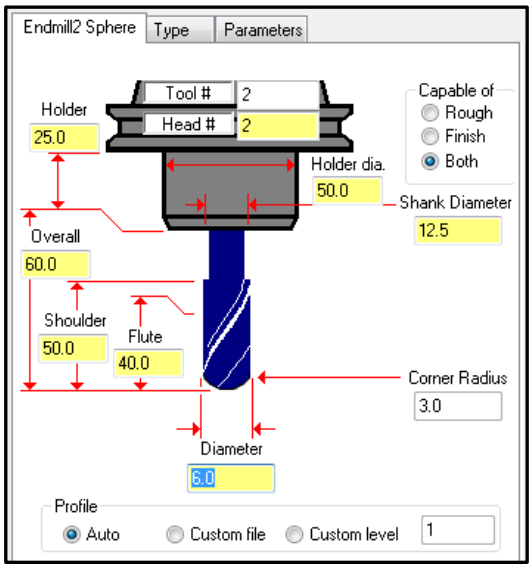
3) เลือกเครื่องมือตัด คลิก Tool (1) Create New Tool (2) เลือก Spher Mill (3)



ภาพที่ 7.23 แสดงการเลือกเครื่องมือกัดหยาบ ครั้งที่ 2

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4) ตั้งค่าขนาดดอกกัด Spher Mill

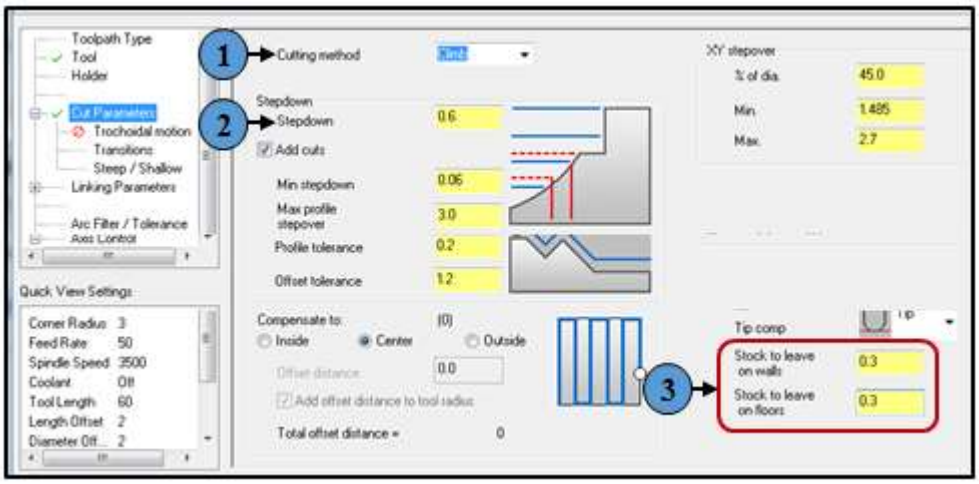


ภาพที่ 7.24 แสดงการตั้งค่าขนาดดอกกัด Spher Mill

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

หมายเลข Tool #	= 2	Head # = 2
Diameter	= 6	
Conner Radius	= 3	
Flute	= 40	
Overall	= 60	

5) ปรับตั้งค่าการกัด คลิก Cut Parameter



ภาพที่ 7.25 แสดงการตั้งค่าระยะเผื่อขอบงาน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Cut method (1) เลือกเป็น Climb

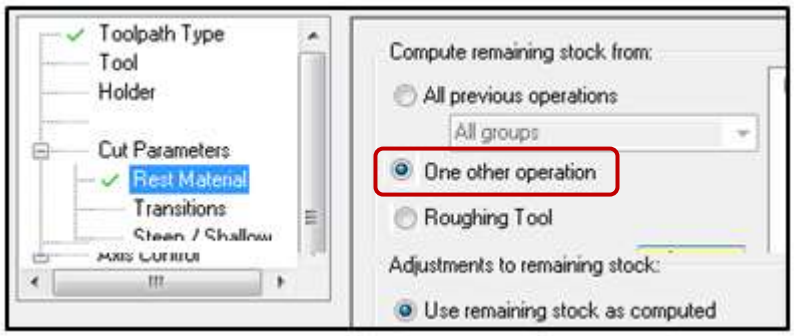
Stepdown (2) ความลึกชั้นกัดหยาบ ป้อนค่า 0.5 mm

Stock to leave on walls (3) ระยะเผื่อผิวด้านข้าง ป้อนค่า 0.1

Stock to leave on flors (3) ระยะเผื่อผิวแกน Z ป้อนค่า 0.1

6) ตั้งค่าวนกัดที่มุมชิ้นงาน คลิก Rest Material

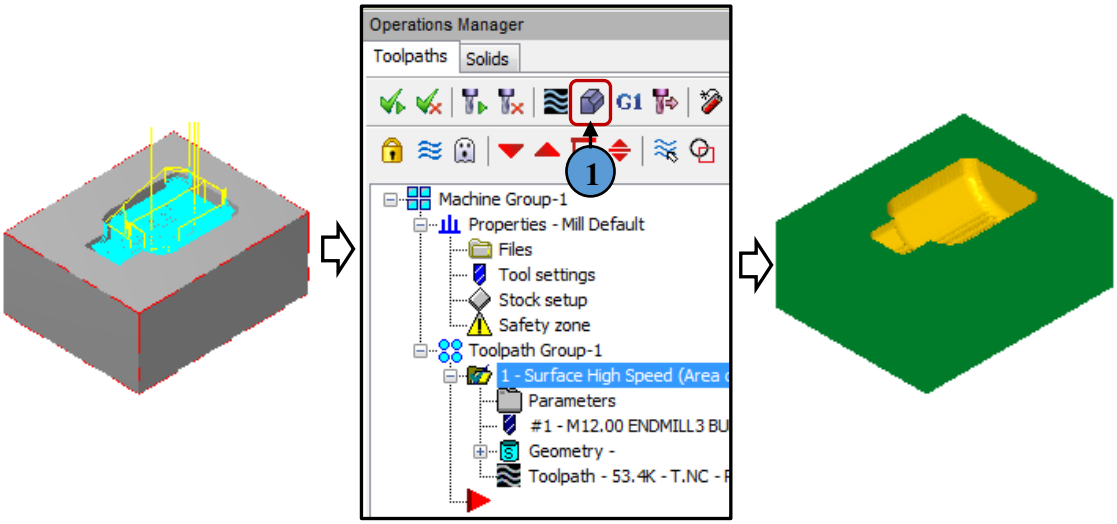
เลือกที่ One other operation เป็นการกัดต่อจากการกัดหยาบครั้งที่ 1 ที่ดอกกัด Ball mill เข้ากัดไม่ถึง



ภาพที่ 7.26 แสดงการตั้งค่าวนกัดมุมชิ้นงาน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

7) จำลองการทำงานทางเดินกัด คลิก Verify selected Operations (1)



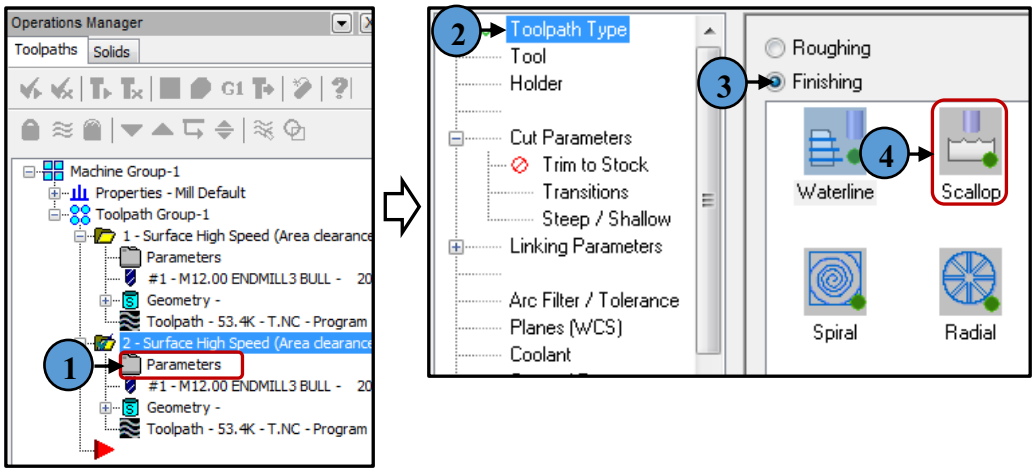
ภาพที่ 7.27 แสดงจำลองทางเดินกัดหยาบครั้งที่ 2

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด มีขั้นตอนดังนี้

1) คัดลอกโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 2

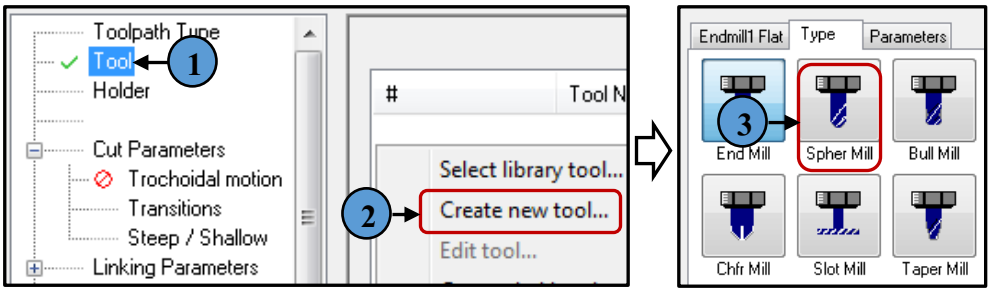
2) เลือกรูปแบบการเดินกัดละเอียด คลิกที่ Parameter (1) คลิก Toolpath Type (2) คลิก Finishing (3) เลือก Scallop (4)



ภาพที่ 7.26 แสดงรูปแบบการกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

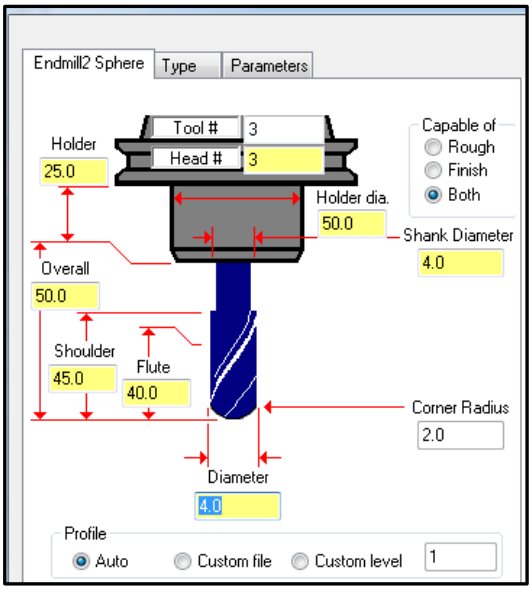
3) เลือกเครื่องมือตัด คลิก Tool (1) Create New Tool (2) เลือก Spher Mill (3)



ภาพที่ 7.27 แสดงการเลือกเครื่องมือตัดกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4) ตั้งค่าขนาดดอกกัด Spher Mill

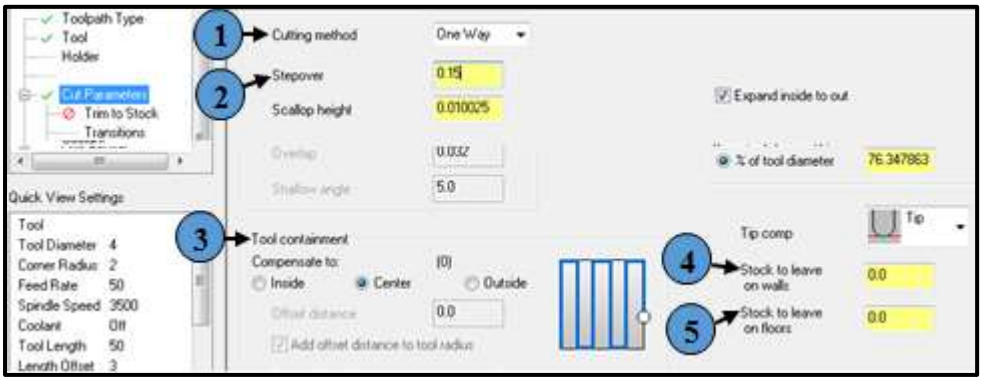


ภาพที่ 7.28 แสดงการตั้งค่าขนาดดอกกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

หมายเลข Tool #	= 3	Head # = 3
Diameter	= 4	
Conner Radius	= 2	
Flute	= 40	
Overall	= 50	

5) ปรับตั้งค่าการกัด คลิก Cut Parameter



ภาพที่ 7.29 แสดงการตั้งค่าการตัดเฉือน

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Cutting method (1) รูปแบบการเดินกัด เลือกเป็นแบบ One Way

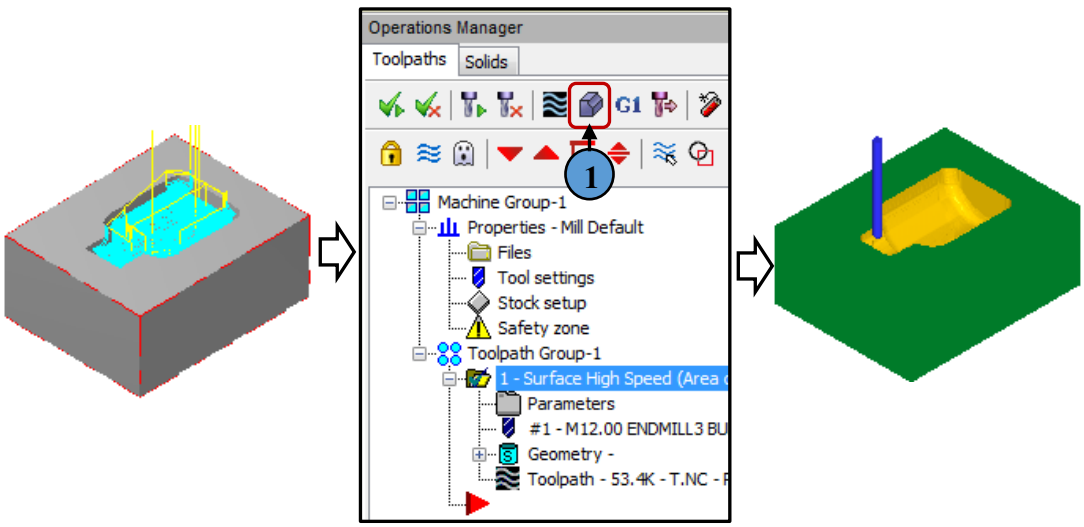
Stepover (2) ระยะขยับดอกกัดด้านข้าง

Tool containment (3) พื้นที่ทางเดินกัด เลือกเป็น Center

Stock to leave on walls (4) ระยะเผื่อผิวงานด้านข้าง

Stock to leave on flors (5) ระยะเผื่อผิวงานแกน Z

3.6 จำลองการทำงานทางเดินกัด คลิก Verify selected Operations (1)



ภาพที่ 7.30 แสดงจำลองทางเดินกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

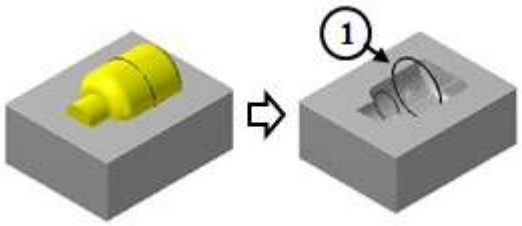
แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 7.1
เรื่อง การสร้างแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

1. ขั้นตอนการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ (3 คะแนน)
   ขั้นที่ 1 .....
   ขั้นที่ 2 .....
   ขั้นที่ 3 .....

2. การสร้างก้อนวัตถุในงานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ เพื่อ (1 คะแนน)
   .....

3. ก้อนวัตถุหมายเลข 1 ได้จากการใช้คำสั่งใด (1 คะแนน)



☐ Boolean Add
☐ Boolean Remove
☐ Boolean Common

4. จงเลือกรูปแบบทางเดินกัดสำหรับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ ดังนี้ (3 คะแนน)
   .....4.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 1
   .....4.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 2
   .....4.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด

   A. Rest Roughing
   B. Area Clearance
   C. Scallop
   D. Core Roughing

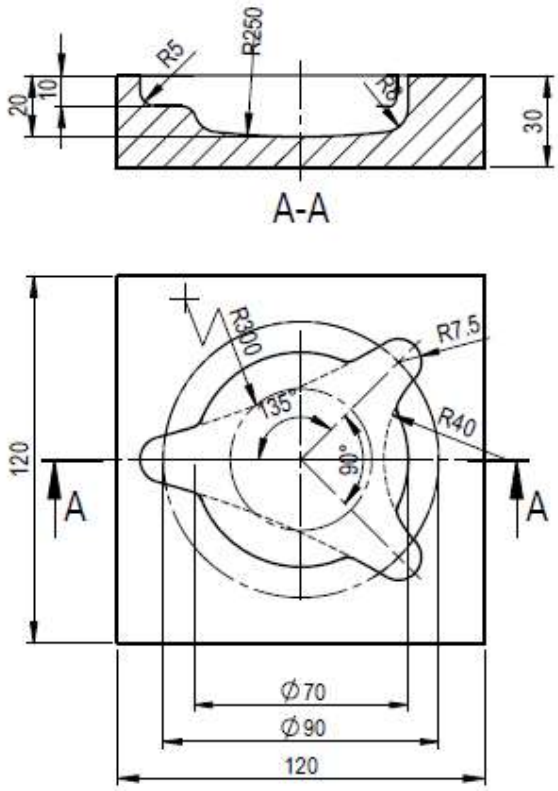
ใบงานที่ 7.1

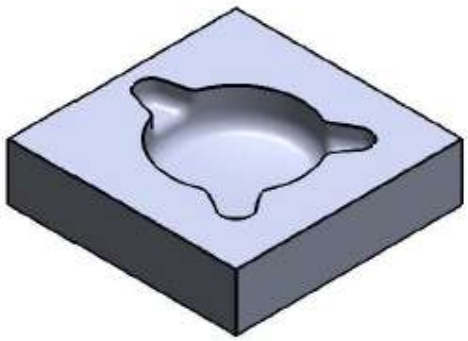
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติได้





Material : Aluminium

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ ดังนี้

   3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบครั้งที่ 1 Surface High Speed > Area Clearance

3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบครั้งที่ 2 Surface High Speed > Rest Roughing

3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมละเอียด Surface High Speed > Scallop

ข้อเสนอแนะ

ใช้ขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้

เวลาในการปฏิบัติงาน : 1 **ชั่วโมง**

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

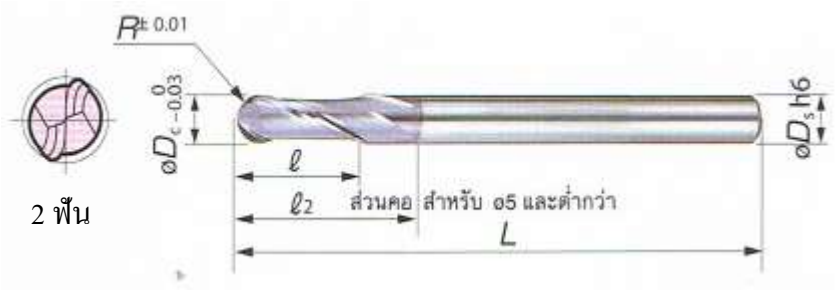
ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	- Roughing - Area Clearance	1. Ball Nose - Ø 6 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p = Max P_f =
2	- Roughing - Rest Roughing	2. Ball Nose - Ø 6 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p = Max P_f =
3	- Finishing Scallop	3. Ball Nose - Ø 4 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p = Max P_f =

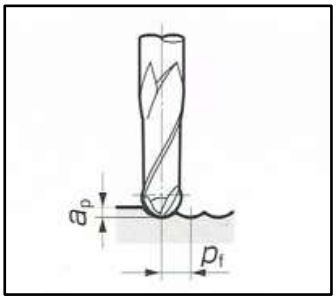
<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง ใช้ค่าเหล็กทั่วไป

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Ball Nose End mill **Material** : HSS



ชื่อรุ่น	R	øDc	ℓ1	ℓ2	L	øDs
GLB 2010SF	0.5	1.0	1.5	2	50	4
GLB 2015SF	0.75	1.5	2.5	3	50	4
GLB 2020SF	1.0	2.0	3	4	60	6
GLB 2025SF	1.25	2.5	4	5	60	6
GLB 2030SF	1.5	3.0	4.5	6	60	6
GLB 2040SF	2.0	4.0	6	8	70	6
GLB 2050SF	2.5	5.0	7.5	10	80	6
GLB 2060SF	3.0	6.0	9		80	6
GLB 2080SF	4.0	8.0	12	—	90	8
GLB 2100SF	5.0	10.0	15	—	100	10
GLB 2120SF	6.0	12.0	21	—	110	12



➢ **เงื่อนไขการกัดที่แนะนำสำหรับเครื่อง Machining Center**

วัสดุชิ้นงาน / เงื่อนไขการตัด / รัศมีชิ้นงาน (ม.ม.)		เหล็กทั่วไป, เหล็กคาร์บอน เหล็กหล่อ SS, SC, FC (150~250HB)		เหล็กผสม Pre-hardened Steel SCM, NAK, HPM (25~35HRC)		เหล็กชุบแข็ง Tempered Steel (35~45HRC)		สแตนเลส SUS304, SUS316	
		ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)
R1		51,000	2,100	39,800	1,300	35,700	960	35,700	960
R2		25,500	2,700	19,900	1,700	17,900	1,300	17,900	1,300
R3		17,000	3,000	13,300	1,900	11,900	1,400	11,900	1,400
R4		12,800	3,100	10,000	2,000	9,000	1,500	9,000	1,500
R5		10,200	3,100	8,000	2,000	7,200	1,500	7,200	1,500
R6		8,500	3,100	6,700	2,000	6,000	1,500	6,000	1,500
ความลึกตัด	a_p	$0.05D_c$		$0.05D_c$		$0.05D_c$		$0.05D_c$	
	p_f	$0.1D_c$		$0.1D_c$		$0.1D_c$		$0.1D_c$	

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.1

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 1

หน่วยที่ 7
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 50 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
2	สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมหยาบ ครั้งที่ 1				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมหยาบ ครั้งที่ 2				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมละเอียด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

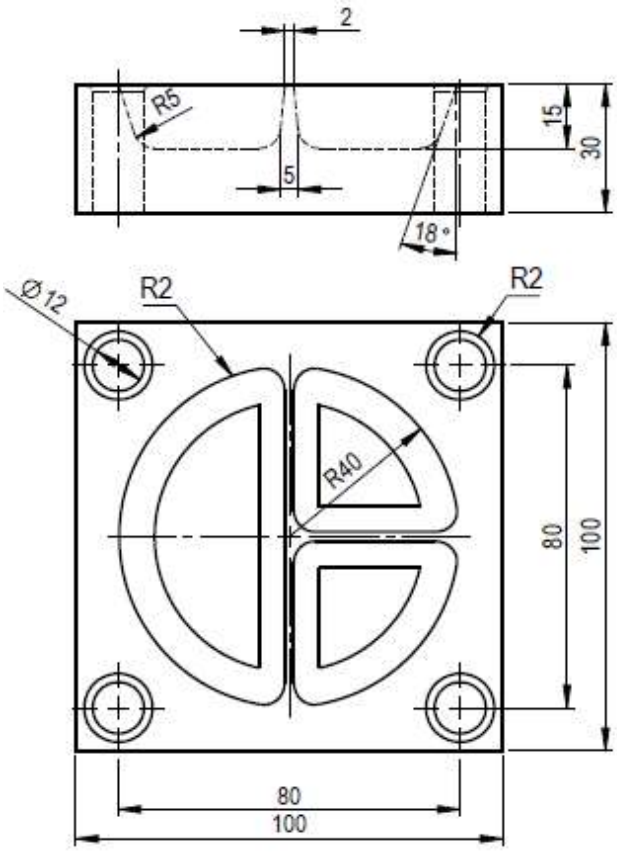
ใบงานที่ 7.2

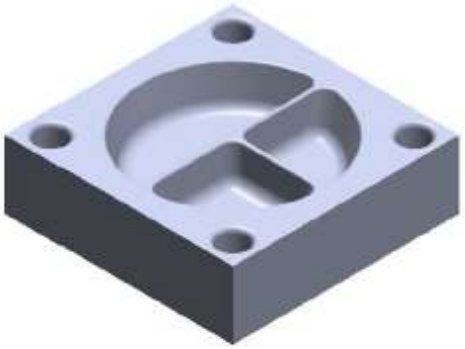
วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติได้





Material : Aluminium

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ ดังนี้

3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบครั้งที่ 1 Surface High Speed > Area Clearance

3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบครั้งที่ 2 Surface High Speed > Rest Roughing

3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมละเอียด Surface High Speed > Scallop

3.4 สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ

ข้อเสนอแนะ

ใช้ขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้

เวลาในการปฏิบัติงาน : 50 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	- Roughing - Area Clearance	1. Ball Nose - Ø 12 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p = Max P_f =
2	- Roughing - Rest Roughing	2. Ball Nose - Ø 8 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p = Max P_f =
3	- Finishing Scallop	3. Ball Nose - Ø 4 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rete = Spindle Speed = Max a_p = Max P_f =
4	Drill	4. Center Drill#3 - Ø 10 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder = Overall = Shank Dia = Shoulder = Flute =	Feed rate = Spindle Speed = Depth =

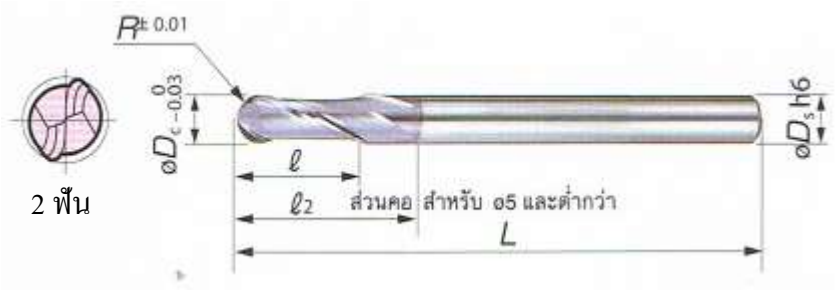
<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง ใช้ค่าเหล็กทั่วไป

Step	Toolpath	Tools		Parameters
		5. Twin Drill	Holder =	Feed rate =
		- Ø 12 mm.	Overall =	Spindle Speed =
		- No. of flutes : 2	Shank Dia =	Depth =
		- Material : HSS	Shoulder =	
			Flute =	

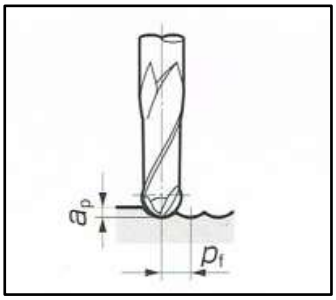
<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง ใช้ค่าเหล็กทั่วไป

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Ball Nose End mill **Material** : HSS



ชื่อรุ่น	R	øDc	ℓ1	ℓ2	L	øDs
GLB 2010SF	0.5	1.0	1.5	2	50	4
GLB 2015SF	0.75	1.5	2.5	3	50	4
GLB 2020SF	1.0	2.0	3	4	60	6
GLB 2025SF	1.25	2.5	4	5	60	6
GLB 2030SF	1.5	3.0	4.5	6	60	6
GLB 2040SF	2.0	4.0	6	8	70	6
GLB 2050SF	2.5	5.0	7.5	10	80	6
GLB 2060SF	3.0	6.0	9		80	6
GLB 2080SF	4.0	8.0	12	—	90	8
GLB 2100SF	5.0	10.0	15	—	100	10
GLB 2120SF	6.0	12.0	21	—	110	12



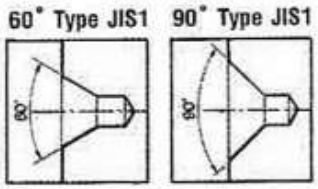
➢ **เงื่อนไขการตัดที่แนะนำสำหรับเครื่อง Machining Center**

วัสดุชิ้นงาน / เงื่อนไขการตัด / รัศมีชิ้นงาน (มม.)		เหล็กทั่วไป, เหล็กคาร์บอน เหล็กหล่อ SS, SC, FC (150~250HB)		เหล็กผสม Pre-hardened Steel SCM, NAK, HPM (25~35HRC)		เหล็กชุบแข็ง Tempered Steel (35~45HRC)		สแตนเลส SUS304, SUS316	
		ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)
R1		51,000	2,100	39,800	1,300	35,700	960	35,700	960
R2		25,500	2,700	19,900	1,700	17,900	1,300	17,900	1,300
R3		17,000	3,000	13,300	1,900	11,900	1,400	11,900	1,400
R4		12,800	3,100	10,000	2,000	9,000	1,500	9,000	1,500
R5		10,200	3,100	8,000	2,000	7,200	1,500	7,200	1,500
R6		8,500	3,100	6,700	2,000	6,000	1,500	6,000	1,500
ความลึกตัด	a_p	$0.05D_c$		$0.05D_c$		$0.05D_c$		$0.05D_c$	
	p_f	$0.1D_c$		$0.1D_c$		$0.1D_c$		$0.1D_c$	

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Center Drill **Material** : HSS

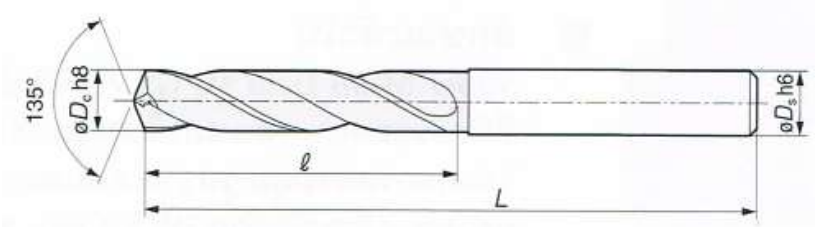


CX CODE	NOMINAL SIZE	d SIZE	D SIZE	L SIZE	ℓ
CT03-06-3874	0.7	0.7	3.5	35	0.7
CT03-06-3876	1	1	4.0	35	1.1
CT03-06-3878	1.5	1.5	5.0	40	1.6
CT03-06-3880	2	2	6.0	45	2.1
CT03-06-3882	2.5	2.5	8.0	50	2.6
CT03-06-3884	3	3	10.0	55	3.2
CT03-06-3886	4	4	12.0	66	4.2
CT03-06-3888	5	5	14.0	78	5.3
CT03-06-3890	6	6	18.0	90	6.3

ที่มา : http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Twins Drill **Material** : HSS



ø Dc (mm)	ø Ds (mm)	ชื่อรุ่น	ความยาว (mm)	
			L	1
5	5	MDW 0460	61	25
6	6	MDW 0560	65	27
7	7	MDW 0660	73	33
8	8	MDW 0760	78	36
9	9	MDW 0860	82	38
10	10	MDW 0960	87	41
11	11	MDW 1060	93	45
12	12	MDW 1160	100	47

➢ **เงื่อนไขการตัดที่แนะนำ** (**Vc** : อัตราเร็วตัด m/min, **f** : อัตราการป้อน mm/rev)

เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน øDc (mm)		เหล็กนิ่ม (~200HB)	เหล็กทั่วไป (~300HB)	สแตนเลส สตีล (~200HB)	เหล็กหล่อ (FC250)
~3	Vc	30~70	30~70	10~40	40~70
	f	0.10~0.20	0.10~0.20	0.06~0.12	0.15~0.25
~5	Vc	40~100	40~100	15~55	40~70
	f	0.15~0.25	0.15~0.25	0.08~0.15	0.15~0.30
~10	Vc	50~130	50~130	15~60	50~80
	f	0.20~0.35	0.20~0.35	0.10~0.20	0.20~0.35
~16	Vc	60~140	60~140	20~60	60~100
	f	0.25~0.35	0.25~0.35	0.10~0.20	0.25~0.35

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.2

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุม 3 มิติ 2

หน่วยที่ 7
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 50 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
2	สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมหยาบ ครั้งที่ 1				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมหยาบ ครั้งที่ 2				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมละเอียด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

---

1. ง
2. ข
3. ค
4. ง
5. ข
6. ง
7. ข
8. ก

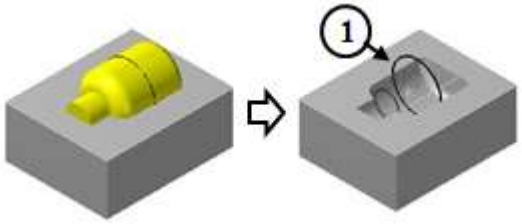
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 7.1
เรื่อง การสร้างแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

1. ขั้นตอนการสร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ ประกอบด้วย 3 ขั้น คือ (3 คะแนน)
   ขั้นที่ 1 …**เขียนภาพชิ้นงานหน้าตัด 2 มิติ ด้วยคำสั่ง Create** ……..……
   ขั้นที่ 2 …**สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ**…… ……
   ขั้นที่ 3 …**รวมวัตถุให้เป็นชิ้นเดียวกัน**……

2. การสร้างก้อนวัตถุในงานสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ เพื่อ (1 คะแนน)
   ……**เพื่อให้มีเนื้อวัตถุสำหรับสร้างโปรแกรมทางเดินกัด**……..…….

3. ก้อนวัตถุหมายเลข 1 ได้จากการใช้คำสั่งใด (1 คะแนน)



☐ Boolean Add
☑ Boolean Remove
☐ Boolean Common

4. จงเลือกรูปแบบทางเดินกัดสำหรับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ ดังนี้ (3 คะแนน)

…**B**…4.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 1	A. Rest Roughing
…**A**…4.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 2	B. Area Clearance
…**C**….4.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด	C. Scallop
	D. Core Roughing

แผนการสอนที่ 14	**หน่วยที่ 7**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 2**
หน่วยที่ 7 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานเป็น 3 มิติก่อน แล้วทำการค้นหา หรือสร้างเครื่องมือตัดสร้างก้อนวัตถุชิ้นส่วนแม่พิมพ์ เพื่อทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด Punch ด้วยคำสั่งที่ใช้สร้างโปรแกรมทางเดินกัดให้ชิ้นงานนูนขึ้นเป็นการกัด 3 มิติ มีโปรแกรมการกัดมากกว่าหนึ่งโปรแกรม คือมีการกัดหยาบ 2 ถึง 3 โปรแกรม (Toolpath / Surface Rough) แล้วลดขนาดของดอกกัดลงจนทำให้พื้นผิววัตถุมีความละเอียดมากที่สุดด้วยการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด (Surface Finish)

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนหยาบด้วยคำสั่ง Toolpath / Surface Rough และกัดนูนละเอียดด้วยคำสั่ง Surface Finish เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีตรอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. **ด้านความรู้ (K)** นักศึกษา…

   อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติได้

2. **ด้านทักษะ (S)** นักศึกษา…

   สร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติได้

3. **ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)** นักศึกษา…

   3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

   3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 7 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ หัวข้อการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (10 นาที)

นักศึกษาอ่านทบทวนเนื้อหาหน่วยที่ 7 สอนครั้งที่ 1 (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำช้อนสั้นให้นักศึกษาดู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. ช้อนสั้นนี้กดลงเป็นหลุมได้อย่างไร

2. เครื่องมือที่ใช้กดช้อนให้เป็นหลุมคือเครื่องมือชนิดใด

3. เครื่องมือที่ใช้กดช้อนให้เป็นหลุมมีกระบวนการผลิตอย่างไร

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 7 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ และตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 50 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินนูน 3 มิติ 1 ใบงานที่ 7.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2 (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 7.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 1 (1 ชั่วโมง) ใบงานที่ 7.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2 (1 ชั่วโมง 10 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการจัดการเครื่องมือตัด การใช้งานคำสั่งการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.1 และใบงานที่ 7.2 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

1.2 ใบงานที่ 7.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 1

1.3 ใบงานที่ 7.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงชิ้นสั้น

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 7 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด3มิติ แผ่นที่ 31-56

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 7.4 งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2
3. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

www.mastercamthaitraining.com/images

https://nana-jipata.blogspot.com/2010/11/mastercam-x3.html

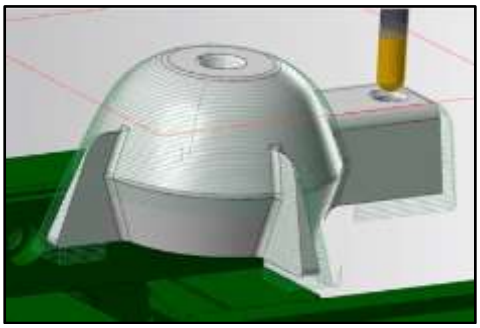
กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน (Toolpaths / Surface High Speed)

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ ด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ	**หน่วยที่ 7** **สอนครั้งที่ 2** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จะต้องทำการเขียนภาพชิ้นงานเป็น 3 มิติก่อน แล้วทำการค้นหา หรือสร้างเครื่องมือเพื่อทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดก้อนวัตถุให้เป็นชิ้นส่วนแม่พิมพ์ คำสั่งที่ใช้สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ คือ Toolpaths / Surface High Speed เพียงคำสั่งเดียว แล้วทำการเลือกรูปแบบการกัด ปกติแล้วการสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ จะมีมากกว่าหนึ่งโปรแกรม คือมีการกัดหยาบแล้วค่อย ๆ ลดขนาดของดอกกัดลงจนทำให้พื้นผิววัตถุมีความละเอียดมากที่สุด แล้วทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดที่มีรูปแบบทางเดินกัดแตกต่างจากการกัดหยาบ ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่สร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ มี 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็น Punch กับส่วนที่เป็น Die โปรแกรมทางเดินกัด Die ก็จะแตกต่างจากโปรแกรมทางเดินกัด Punch โดยจะใช้คำสั่ง Surface Rough สำหรับการกัดหยาบ และใช้คำสั่ง Surface Finish สำหรับการกัดละเอียด



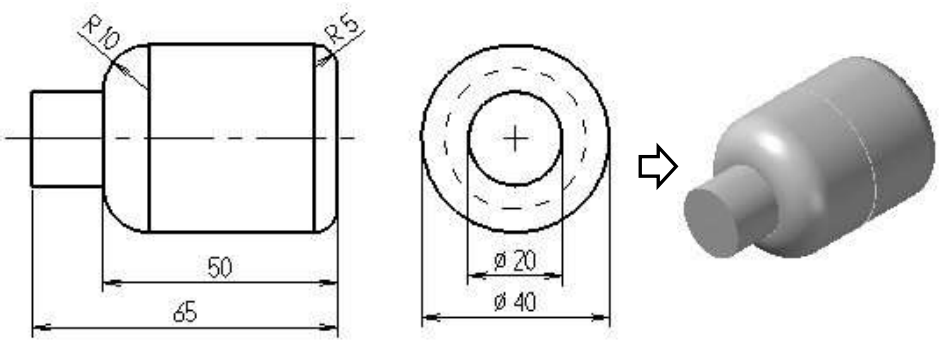
"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างทางเดิน 3 มิติ นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=nQG3q24Cioo

ภาพที่ 7.31 แสดงทางเดินกัดนูนสูง
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=nQG3q24Cioo

4. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง

การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูงคล้ายกับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ Punch มีขั้นตอนการสร้างคล้ายกับการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหลุมต่างกันที่จะกัดให้ชิ้นงานนูนขึ้นจากก้อนวัตถุ ด้วยคำสั่ง Toolpath > Surface Rough สำหรับการกัดหยาบและ Surface Finish สำหรับการกัดละเอียด การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนมีขั้นตอนดังนี้

4.1 สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ



ภาพที่ 7.32 แสดงการเขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติเพื่อสร้างเป็นชิ้นงาน 3 มิติ

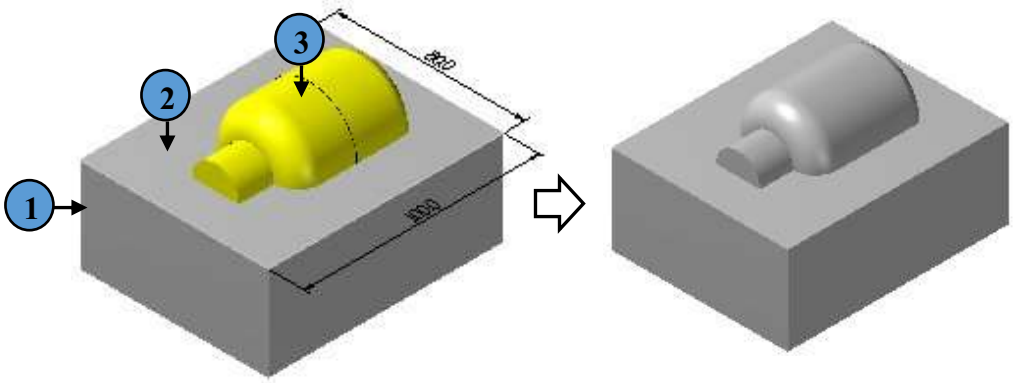
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.2 การสร้างก้อนวัตถุเพื่อทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ มีขั้นตอนดังนี้

1) สร้างก้อนวัตถุหน้าตัด □ 80 x 100 ยืดความสูง (1) = 40 มม.

2) ทำการรวมเนื้อวัตถุ (Solid > Boolean Add) โดยคลิกผิว 2 และคลิกผิว 3 > OK

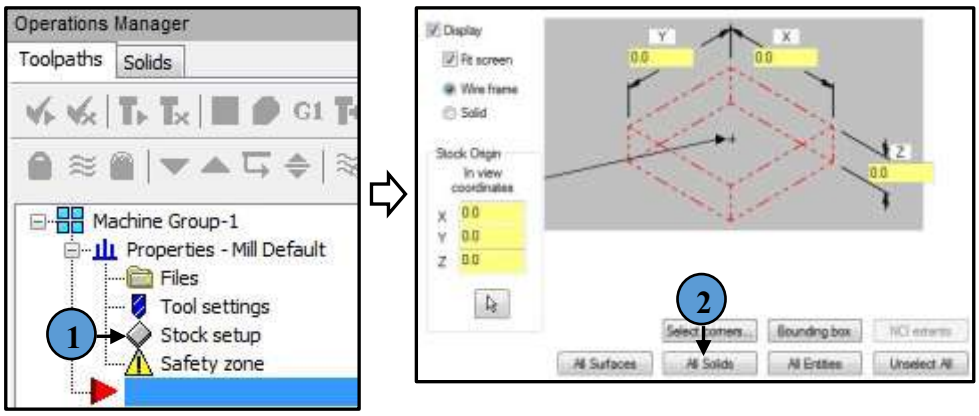
<u>ข้อสังเกต</u> หากรวมเนื้อสำเร็จวัตถุจะเปลี่ยนเป็นสีเดียวกัน



ภาพที่ 7.33 แสดงการรวมเนื้อชิ้นงานเข้ากับก้อนวัตถุ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.3 ตั้งค่าชิ้นงาน (Stock setup) ตั้งค่าชิ้นงานทั้งหมดแบบอัตโนมัติ คลิก All Solid (2) จะได้ค่าขนาดชิ้นงาน X, Y, Z ตามชิ้นงานที่สร้างขึ้น

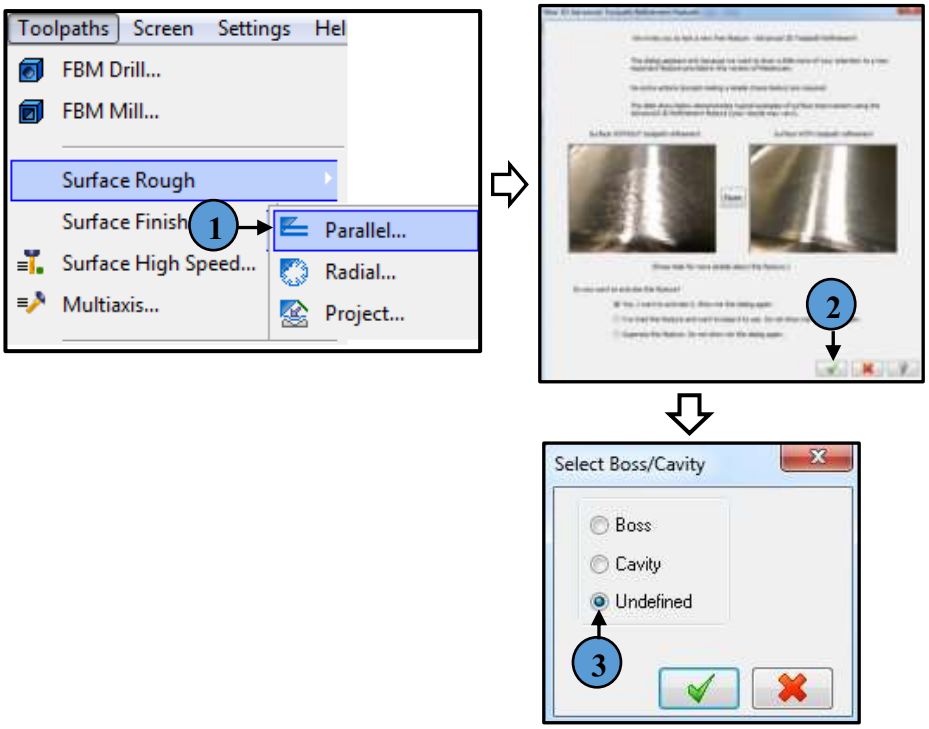


ภาพที่ 7.34 แสดงการทำ Stock setup เพื่อให้ภาพ 3 มิติ เป็นก้อนวัตถุกัด Punch

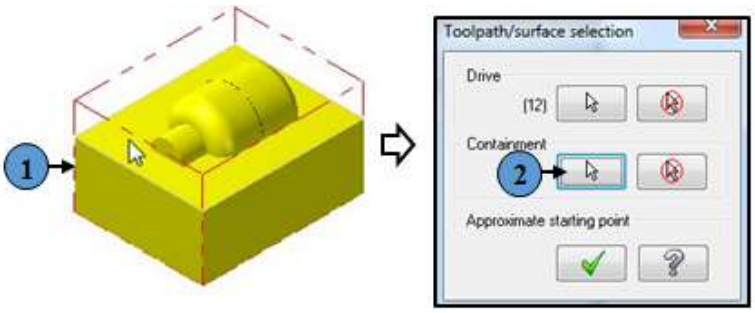
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.4. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ มีขั้นตอนดังต่อนี้

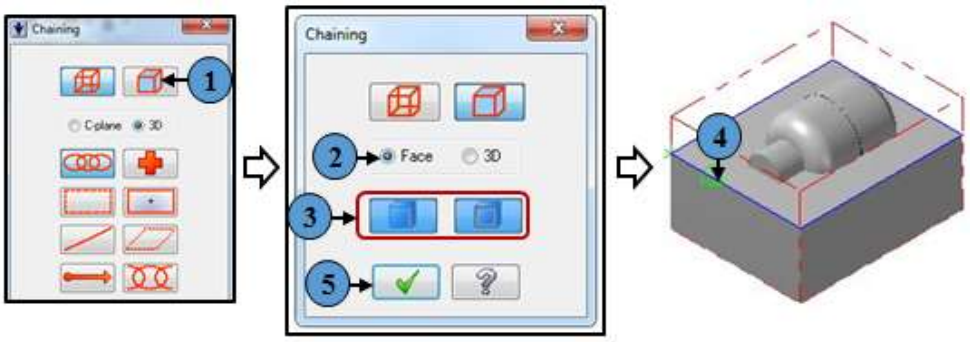
1) โปรแกรมทางเดินกัดหยาบ (Toolpaths > Surface Rough) เลือก Parallel (1) กรอบสนทนา New 3D Advanced คลิก OK (2) Select Boss > Cavity เลือก Undefined (3) > OK



2) นำเมาส์คลิกที่ก้อนวัตถุ (1) ให้เป็นสีเหลือง กด Enter ที่แป้น Key board แล้วคลิก Containment (2) คลิก O.K.



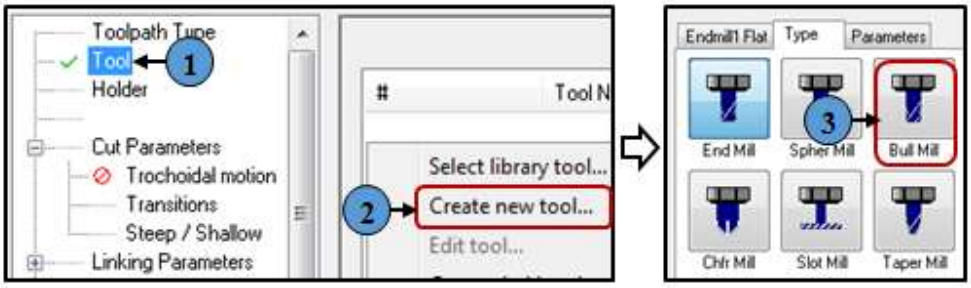
3) เลือกวัตถุ คลิก Solid (1) คลิก Face (2) แล้วเลือกเฉพาะ Edge และ Loop เท่านั้น (3) คลิกเลือกเส้นขอบของวัตถุ (4) > O.K (5)



ภาพที่ 7.35 แสดงขั้นตอนการเลือกวัตถุเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

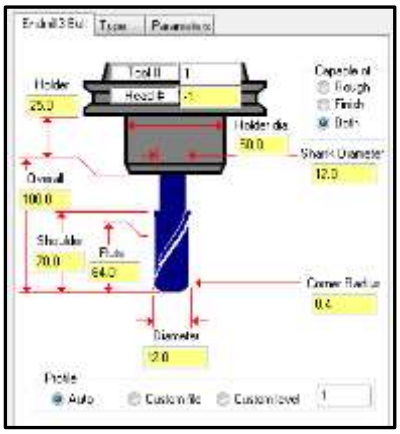
4) เลือกเครื่องมือตัด คลิก Tool (1) > Create New Tool (2) เลือก Ball Mill (3)



ภาพที่ 7.36 แสดงการเลือกดอกกัดหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5) ตั้งค่าขนาดดอกกัด Ball Mill

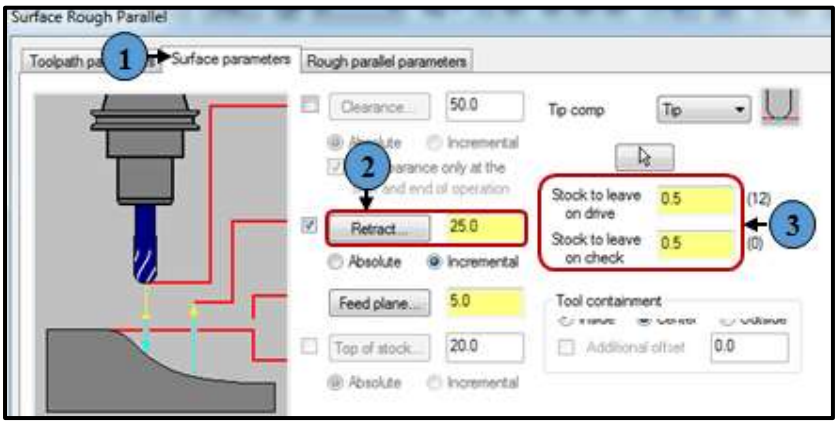


ภาพที่ 7.37 แสดงการตั้งค่าขนาดดอกกัด Ball Mill

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

หมายเลข Tool #	= 1	Head # = 1
Diameter	= 12	
Conner Radius	= 0.4	
Flute	= 64	
Overall	= 100	

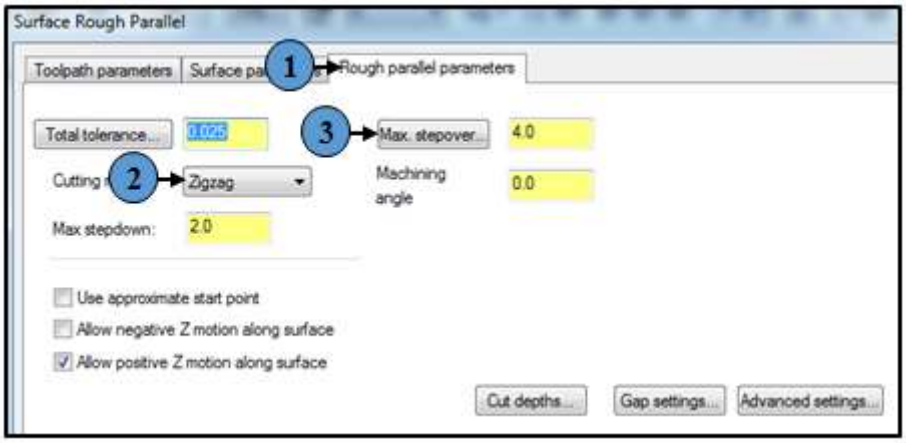
6) ปรับตั้งค่ากัดหยาบ (Surface parameters (1)) ลดค่า Retract ลงเหลือประมาณ 5 (2) ระยะเผื่อไว้กัดหยาบ Stock to leave on drive and Stock to leave on check (2) = 0.5



ภาพที่ 7.38 แสดงการตั้งระยะเผื่อการกัดหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

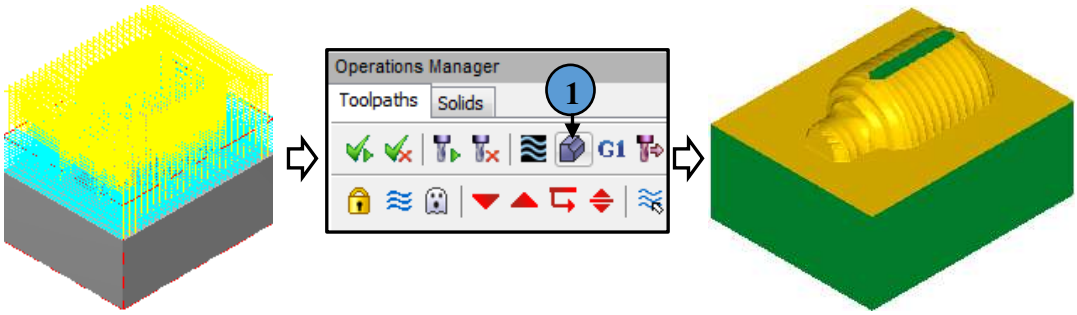
7) กำหนดรูปแบบการเดินกัดหยาบ (Rough parallel parameters (1)) รูปแบบการกัด เลือกแบบ Zigzag (2) ค่าขยับกัดด้านข้าง (3) ไม่เกิน 60 % ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัด



ภาพที่ 7.39 แสดงการกำหนดรูปแบบการเดินกัดหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

8) จำลองทางเดินกัดหยาบ คลิก Verify selected operations (1)

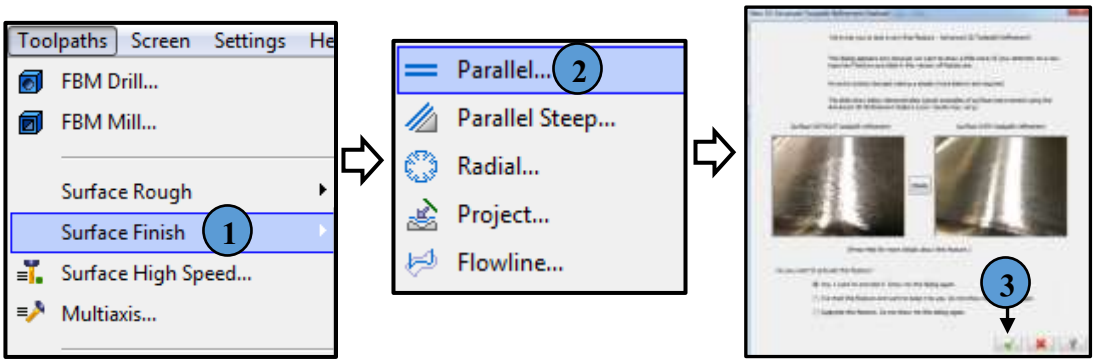


ภาพที่ 7.40 แสดงการจำลองทางเดินกัดหยาบ

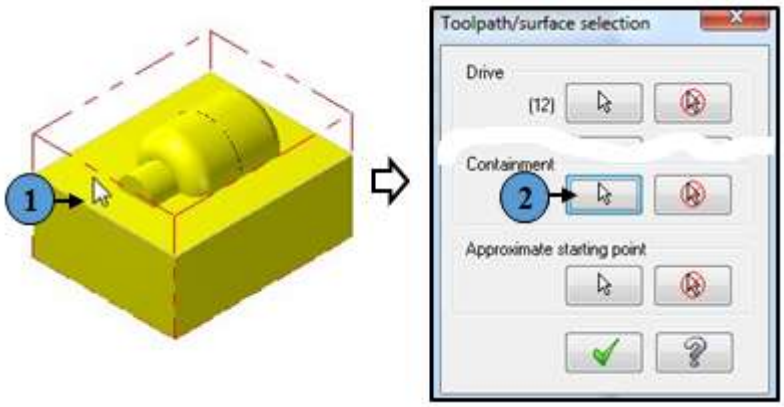
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.5 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด มีขั้นตอนดังนี้

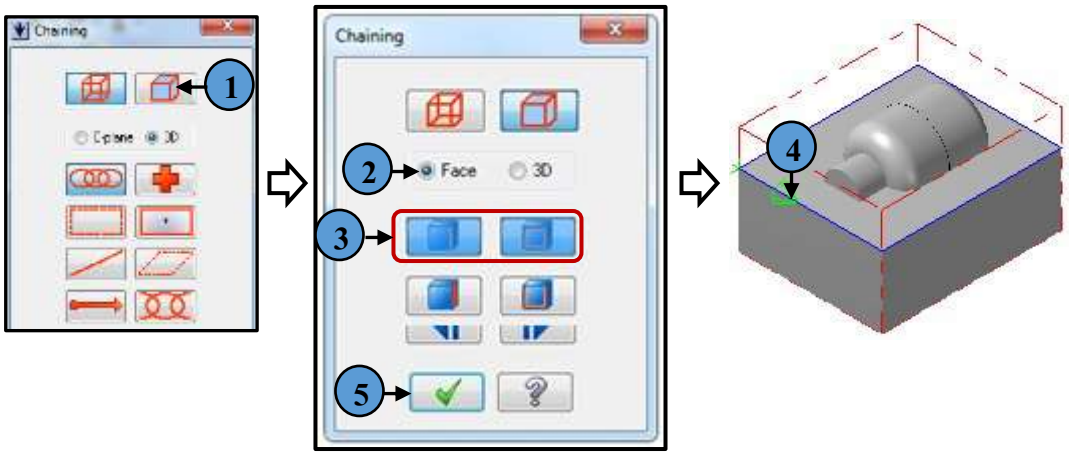
1) คลิก Toolpaths > Surface Finish (1) > เลือก Parallel (2) กด O.K (3)



2) นำเมาส์คลิกที่ก้อนวัตถุ (1) ให้เป็นสีเหลือง กด Enter ที่แป้น Key board แล้วคลิก Containment (2) คลิก O.K.



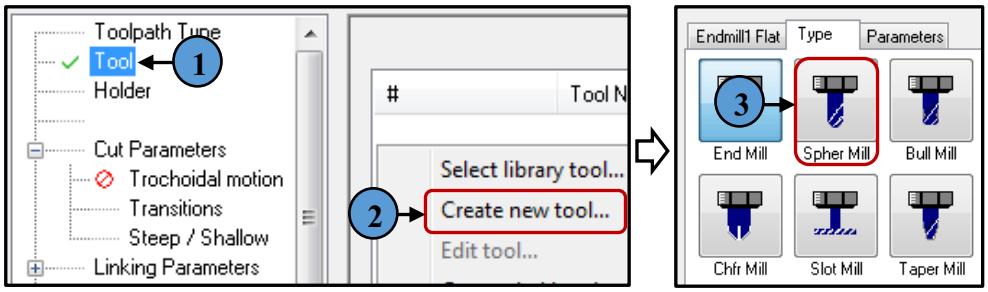
3) เลือกวัตถุ คลิก Solid (1) คลิก Face (2) แล้วเลือกเฉพาะ Edge และ Loop เท่านั้น (3) คลิกเลือกเส้นขอบของวัตถุ (4) แล้ว O.K (5)



ภาพที่ 7.41 แสดงขั้นตอนการเลือกวัตถุเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

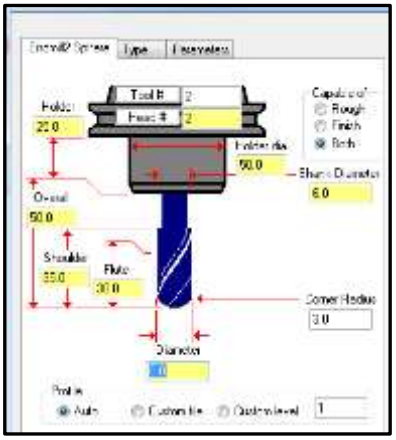
4) เลือกเครื่องมือตัด คลิก Tool (1) Create New Tool (2) เลือก Spher Mill (3)



ภาพที่ 7.42 แสดงการเลือกดอกกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5) ตั้งค่าขนาดดอกกัด Spher Mill

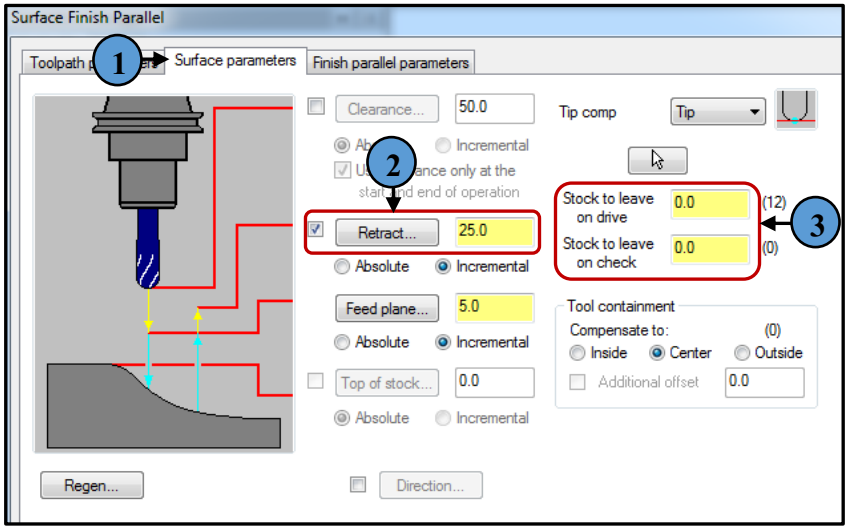


ภาพที่ 7.43 แสดงการตั้งค่าขนาดดอกกัด Spher Mill

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

หมายเลข Tool #	= 2	Head # = 2
Diameter	= 6	
Conner Radius	= 3	
Flute	= 30	
Overall	= 50	

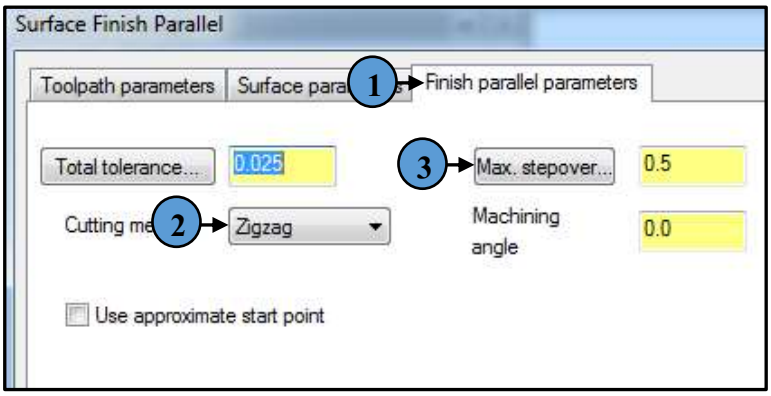
6) ปรับตั้งค่าการกัดละเอียด (Surface parameters (1)) ลดค่า Retract ลงเหลือประมาณ 5 (2) ตั้งค่า Stock to leave on drive and Stock to leave on check สำหรับกัดละเอียด (3) = 0.0



ภาพที่ 7.44 แสดงตั้งค่า Stock to leave = 0.0

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

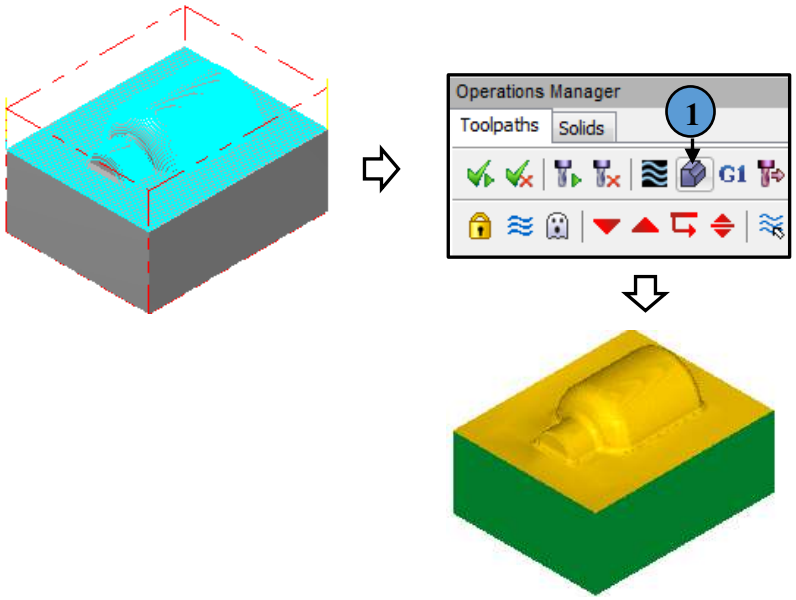
7) กำหนดรูปแบบการเดินกัดละเอียด (Finish parallel parameters (1)) รูปแบบการกัด เลือกแบบ Zigzag (2) ค่า Max. Stepover (3) ไม่เกิน 60 % ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัด



ภาพที่ 7.45 แสดงการกำหนดรูปแบบการเดินกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

8) จำลองทางเดินกัดละเอียด (Verify selected operations)

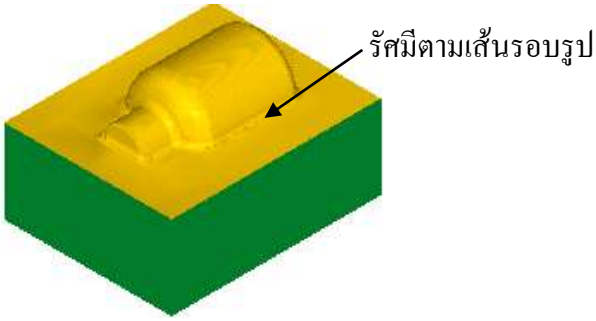


ภาพที่ 7.46 แสดงการจำลองทางเดินกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

4.6 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดเก็บผิวละเอียดตามเส้นรอบรูป

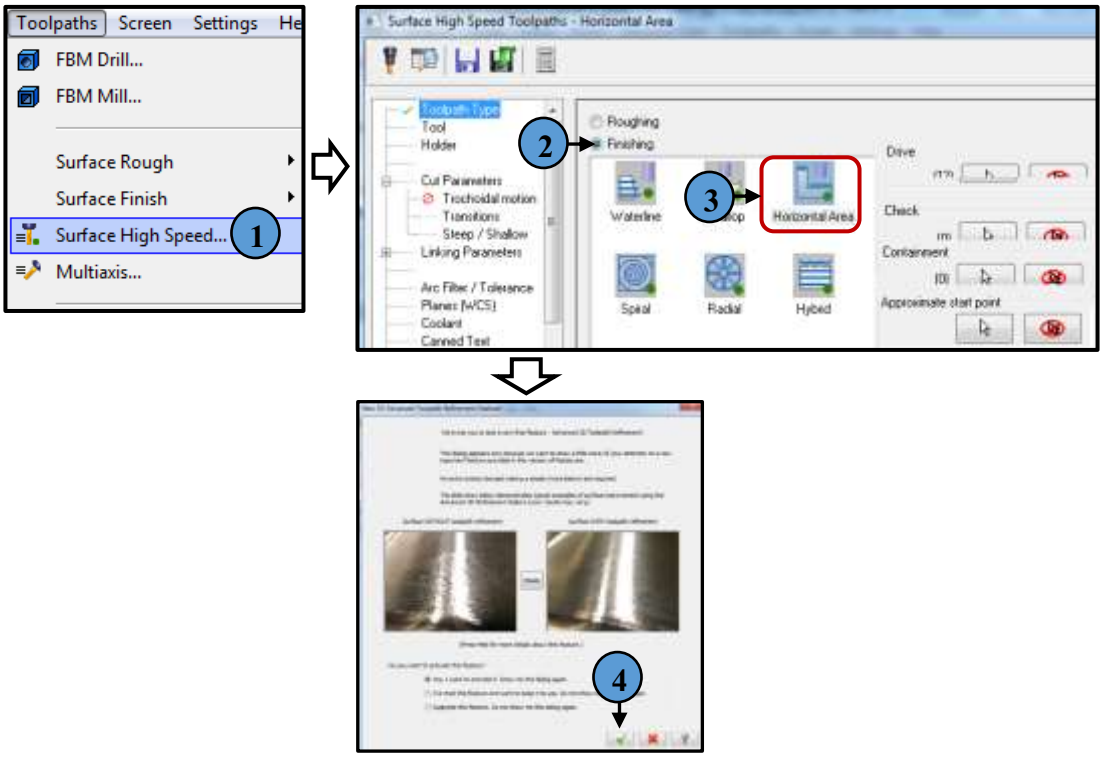
เมื่อกัด Punch ละเอียดแล้วจะพบว่าตามเส้นรอบรูปของ Punch มีรัศมีโดยรอบ ซึ่งเกิดจาก รัศมีของดอกกัดละเอียด (Spher Mill) ต้องทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดผิวตามเส้นรอบรูปนี้ออก ดังขั้นตอนต่อไปนี้



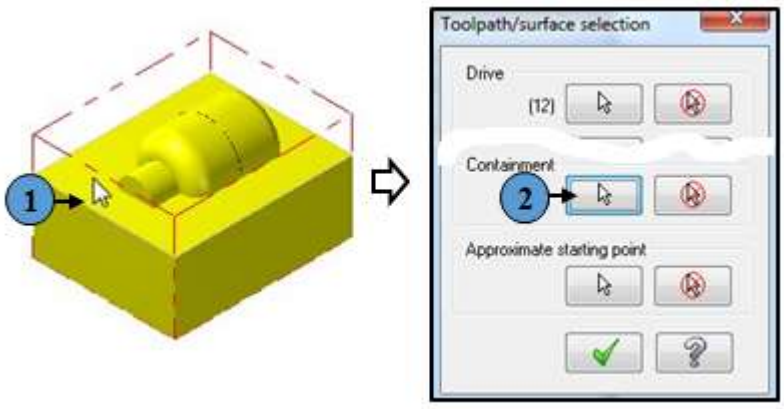
ภาพที่ 7.47 แสดงรัศมีตามเส้นรอบรูปเกิดจากรัศมีของดอกกัด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

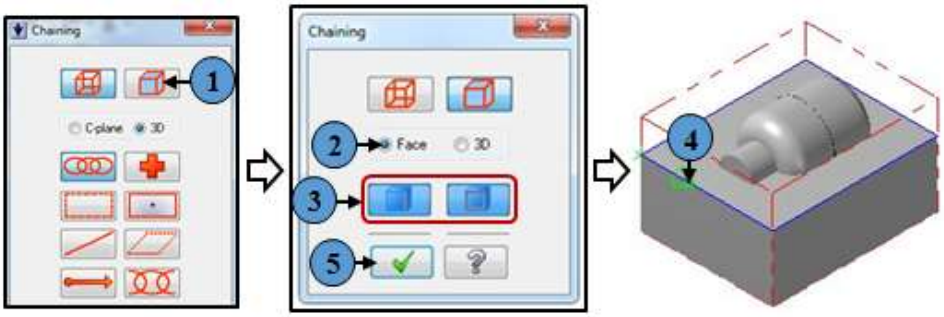
1. สร้างโปรแกรมทางเดินกัด เลือก Surface High Speed (1) Toolpath Type กัดละเอียด Finish (2) และกัดแบบ Horizontal Area (3) คลิก O.K (4)



2) นำเมาส์คลิกที่ก้อนวัตถุ (1) ให้เป็นสีเหลือง กด Enter ที่แป้น Key board แล้วคลิก Containment (2) คลิก O.K.



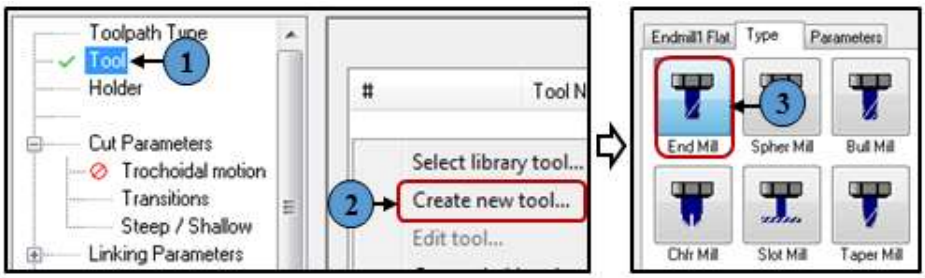
3) เลือกวัตถุ คลิก Solid (1) คลิก Face (2) แล้วเลือกเฉพาะ Edge และ Loop เท่านั้น (3) คลิกเลือกเส้นขอบของวัตถุ (4) แล้ว O.K (5)



ภาพที่ 7.48 แสดงขั้นตอนการเลือกวัตถุเพื่อสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

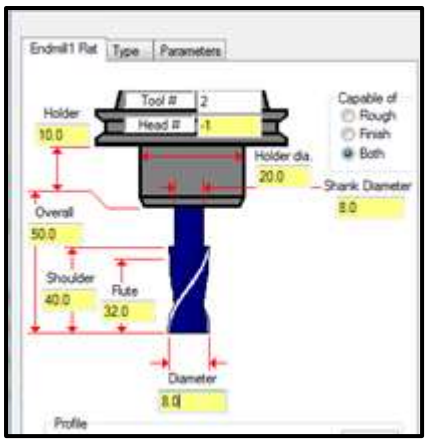
4) เลือกเครื่องมือตัด คลิก Tool (1) Create New Tool (2) เลือก End Mill (3)



ภาพที่ 7.49 แสดงการเลือกดอกกัดหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

5) ตั้งค่าขนาดดอกกัด End Mill



หมายเลข Tool # = 3 Head # = 3

Diameter = 8

Shank Diameter = 3

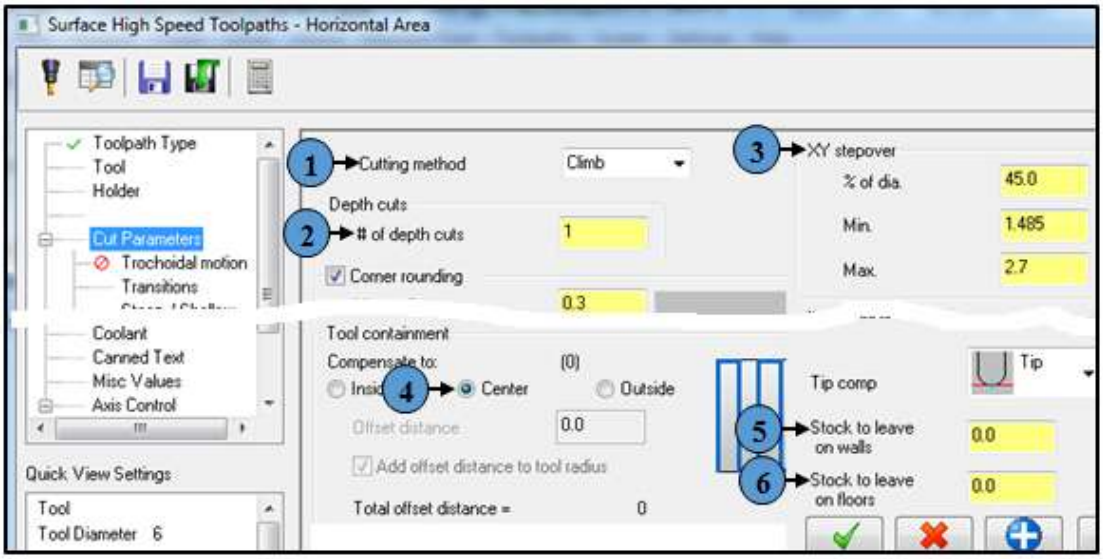
Flute = 32

Overall = 50

ภาพที่ 7.50 แสดงการตั้งค่าขนาดดอกกัด End Mill

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

6) ตั้งค่าการกัด Cut Parameter



ภาพที่ 7.51 แสดงการตั้งค่าการกัดตามเส้นรอบรูป

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Cutting method (1) รูปแบบการเดินกัด เลือกแบบ Climb

Depth Cut # of Depth Cut (2) จำนวนรอบการเก็บผิว

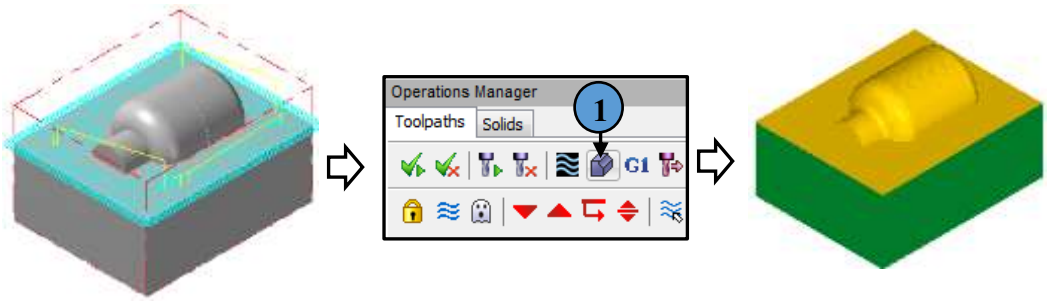
X, Y Stepover (3) ระยะขยับดอกกัดด้านข้างคิดเป็นเปอร์เซ็น

Tool containment (4) พื้นที่ทางเดินกัด เลือกเป็น Center

Stock to leave on walls (5) ระยะเผื่อผิวงานด้านข้าง

Stock to leave on flors (6) ระยะเผื่อผิวงานแกน Z

8) จำลองทางเดินกัดละเอียด คลิก Verify selected operations (1)



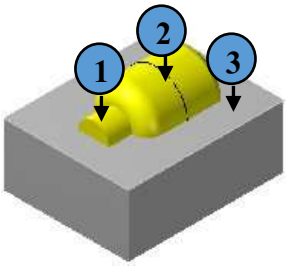
ภาพที่ 7.52 แสดงการจำลองทางเดินกัดตามเส้นรอบรูป

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 7.2
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

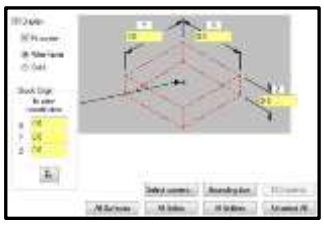
จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 5 คะแนน

1. การรวมเนื้อชิ้นงานกับก้อนวัตถุดังภาพ ต้องคลิกเลือกบริเวณหมายเลขใด (1 คะแนน)



ตอบ คลิกเลือกมายเลข.....กับ.....

2. การทำ Set stock กัดงาน 3 มิติ ต้องเลือกคำสั่งใด (1 คะแนน)



ก. All Surface

ข. All Solids

ค. All Entities

3. ถ้าใช้ดอกกัด Ball Mill ø 12 mm ค่า Stepover ใดมีผลทำให้ผิวงานละเอียดที่สุด (1 คะแนน)

ก. 0.5 mm ข. 2.5 mm ค. 6 mm ง. 10 mm

4. เลือกใช้ Toolpaths แบบใดเพื่อกัดชิ้นงานให้เป็นรอยนูน (1 คะแนน)

ก. 2D High Speed ข. Surface Rough ค. Surface Finish

5. ดอกกัดชนิดใดใช้กัดงานละเอียด (1 คะแนน)

☐ Spher Mill ☐ Ball Mill

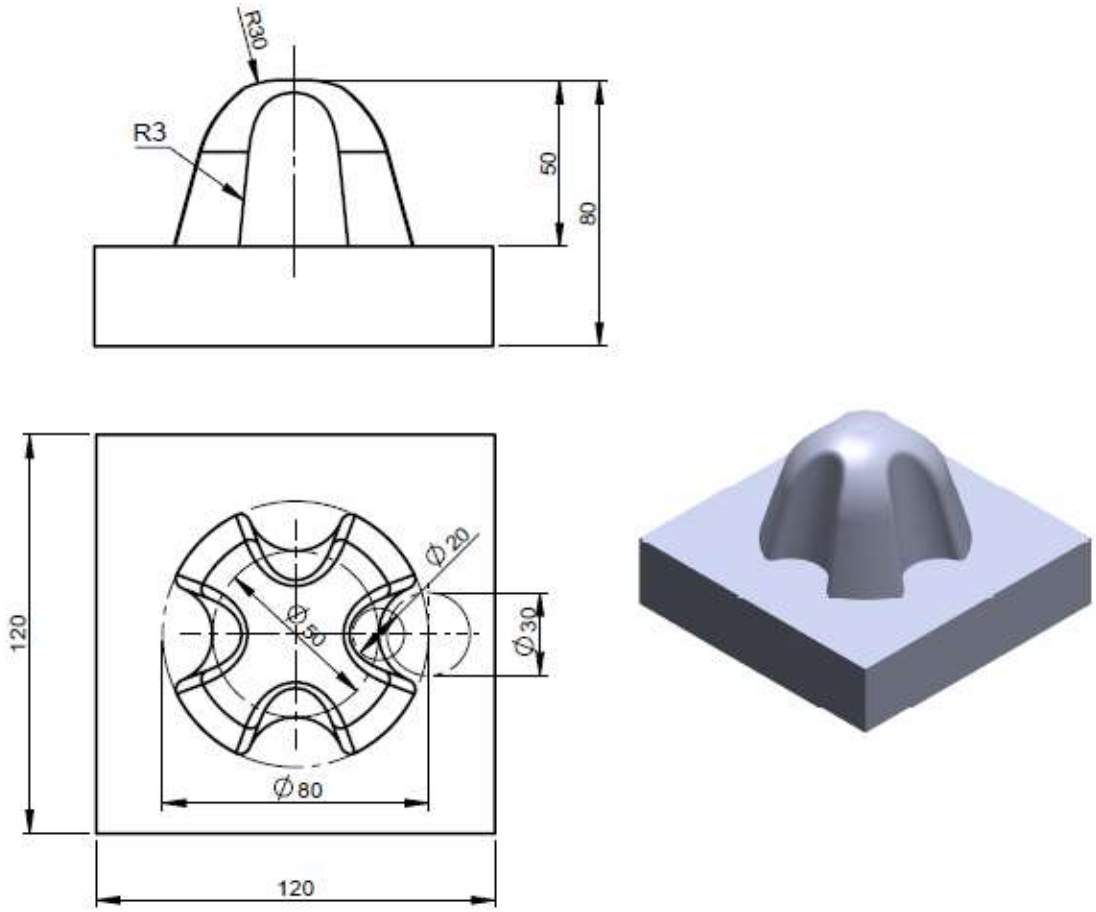
ใบงานที่ 7.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ ดังนี้

3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ Surface Rough > Parallel

3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด Surface Finish > Parallel

3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดตามเส้นรอบรูป Surface High Speed > Horizontal Area

ข้อเสนอแนะ

ใช้ขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่จัดเตรียมให้

เวลาในการปฏิบัติงาน : 1 ชั่วโมง

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

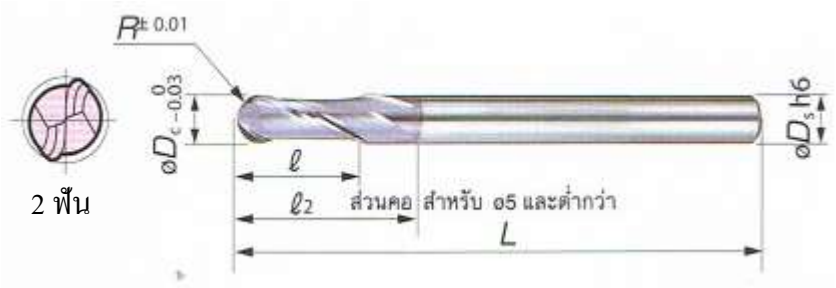
ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 1

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	- Surface Rough - Parallel	1. Ball Nose - Ø 6 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p =
			Shoulder =	Max P_f =
			Flute =	
2	- Surface Finish - Parallel	2. Ball Nose - Ø 4 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p =
			Shoulder =	Max P_f =
			Flute =	
3	- Surface -Horizontal Area	3. End Mill - Ø 10 mm. - No. of flutes : 4 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p =
			Shoulder =	Max P_f =
			Flute =	

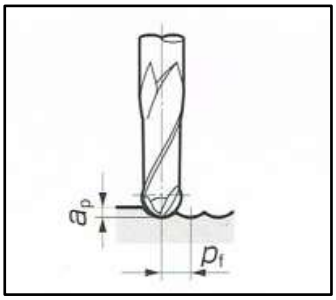
<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง ใช้ค่าเหล็กทั่วไป

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Ball Nose End mill **Material** : HSS



ชื่อรุ่น	R	øDc	ℓ1	ℓ2	L	øDs
GLB 2010SF	0.5	1.0	1.5	2	50	4
GLB 2015SF	0.75	1.5	2.5	3	50	4
GLB 2020SF	1.0	2.0	3	4	60	6
GLB 2025SF	1.25	2.5	4	5	60	6
GLB 2030SF	1.5	3.0	4.5	6	60	6
GLB 2040SF	2.0	4.0	6	8	70	6
GLB 2050SF	2.5	5.0	7.5	10	80	6
GLB 2060SF	3.0	6.0	9		80	6
GLB 2080SF	4.0	8.0	12	—	90	8
GLB 2100SF	5.0	10.0	15	—	100	10
GLB 2120SF	6.0	12.0	21	—	110	12



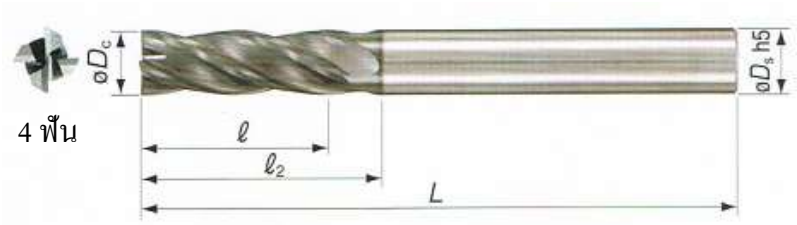
➢ **เงื่อนไขการตัดที่แนะนำสำหรับเครื่อง Machining Center**

วัสดุชิ้นงาน / เงื่อนไขการตัด / รัศมีชิ้นงาน (ม.ม.)		เหล็กทั่วไป, เหล็กคาร์บอน เหล็กหล่อ SS, SC, FC (150~250HB)		เหล็กผสม Pre-hardened Steel SCM, NAK, HPM (25~35HRC)		เหล็กชุบแข็ง Tempered Steel (35~45HRC)		สแตนเลส SUS304, SUS316	
		ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)	ความเร็ว(min⁻¹)	อัตราการป้อน(mm/min)
R1		51,000	2,100	39,800	1,300	35,700	960	35,700	960
R2		25,500	2,700	19,900	1,700	17,900	1,300	17,900	1,300
R3		17,000	3,000	13,300	1,900	11,900	1,400	11,900	1,400
R4		12,800	3,100	10,000	2,000	9,000	1,500	9,000	1,500
R5		10,200	3,100	8,000	2,000	7,200	1,500	7,200	1,500
R6		8,500	3,100	6,700	2,000	6,000	1,500	6,000	1,500
ความลึกตัด	a_p	$0.05D_c$		$0.05D_c$		$0.05D_c$		$0.05D_c$	
	p_f	$0.1D_c$		$0.1D_c$		$0.1D_c$		$0.1D_c$	

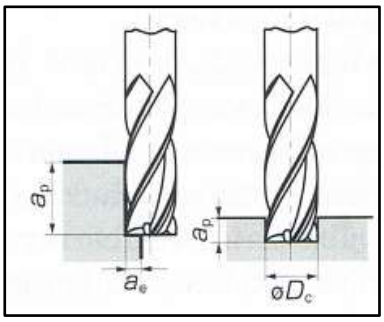
ที่มา : General Catalogue, บริษัท ซูมิโตโม อีเล็คตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : End mill **Material** : HSS



หมายเลขรุ่น	øDc	ℓ	ℓ2	L	øDs
GSX 40100C-3D	1.0	3.0	4.0	40	4
GSX 40150C-3D	1.5	4.5	5.5	40	4
GSX 40200C-3D	2.0	6.0	7.0	40	4
GSX 40250C-3D	2.5	7.5	8.5	40	4
GSX 40300C-3D	3.0	9.0	10.5	50	6
GSX 40400C-3D	4.0	12.0	13.5	50	6
GSX 40500C-3D	5.0	15.0	17.0	50	6
GSX 40600C-3D	6.0	18.0	—	50	6
GSX 40800C-3D	8.0	24.0	—	70	8
GSX 41000C-3D	10.0	30.0	—	90	10
GSX 41200C-3D	12.0	36.0	—	90	12
GSX 41600C-3D	16.0	48.0	—	110	16
GSX 42000C-3D	20.0	60.0	—	120	20



➢ เงื่อนไขการตัดที่แนะนำ

วัสดุชิ้นงาน / เงื่อนไขการตัด		เหล็กทั่วไป SS		เหล็กคาร์บอน SC 150~250HB		เหล็กหล่อ FC		เหล็กผสม SCM 25~35HRC		เหล็กชุบแข็ง NAK, Tempered Steel HPM 35~45HRC	
D_c(mm)		ความเร็วรอบ	อัตราการป้อน (มม./นาที)	ความเร็วรอบ	อัตราการป้อน (มม./นาที)	ความเร็วรอบ	อัตราการป้อน (มม./นาที)	ความเร็วรอบ	อัตราการป้อน (มม./นาที)	ความเร็วรอบ	อัตราการป้อน (มม./นาที)
1		22,000	360	22,000	360	22,000	360	19,000	220	13,000	140
2		11,500	440	11,500	440	11,500	440	11,000	290	7,500	180
4		6,000	560	6,000	560	6,000	560	5,800	370	4,000	230
6		4,200	600	4,200	600	4,200	600	4,000	400	2,700	240
8		3,000	600	3,000	600	3,000	600	2,800	400	2,000	240
10		2,500	600	2,500	600	2,500	600	2,350	400	1,600	240
12		2,100	600	2,100	600	2,100	600	2,000	400	1,350	240
16		1,500	500	1,500	500	1,500	500	1,450	320	1,000	210
20		1,200	460	1,200	460	1,200	460	1,150	290	800	200
ความลึกตัด	a_p	$2.5D_c$									
	a_e	$0.03D_c$									

ที่มา : General Catalogue, บริษัท ซูมิโตโม อีเล็คตริก ฮาร์ดเมทัล แมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.3

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 1

หน่วยที่ 7
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชั่วโมง

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
2	สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดตามเส้นรอบรูป				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

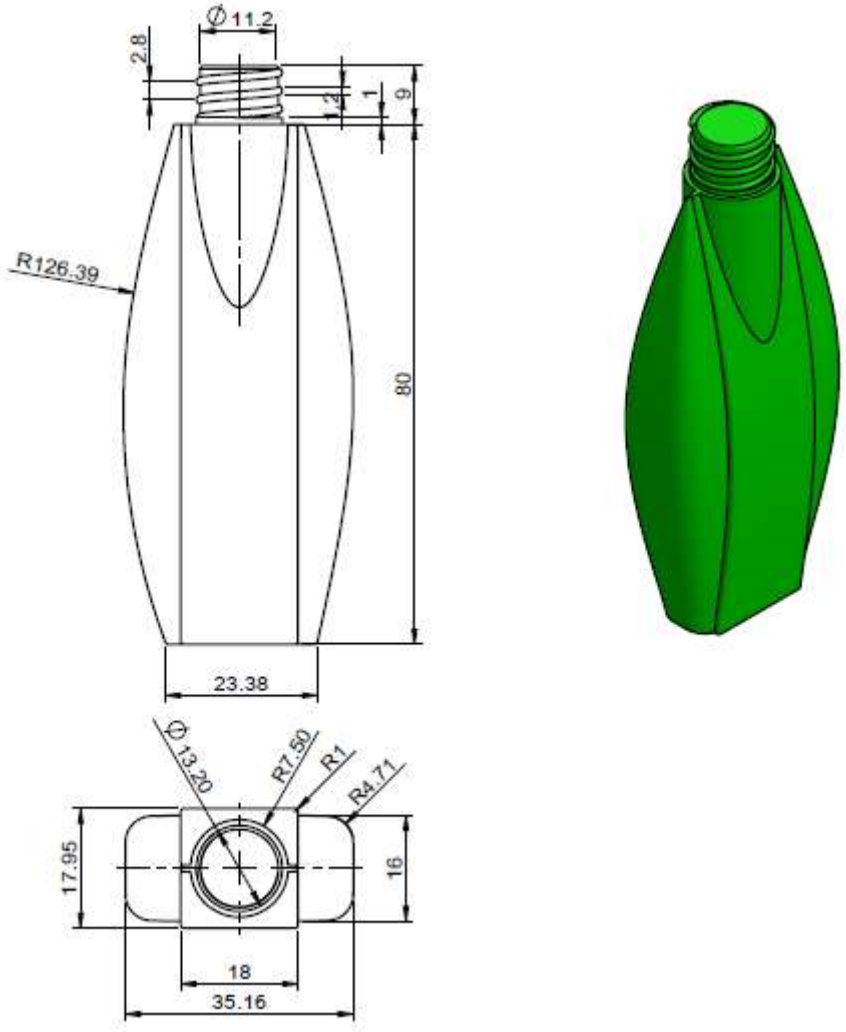
ใบงานที่ 7.4

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติได้



เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. จัดทำใบเตรียมปฏิบัติงานให้สมบูรณ์
2. สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ
3. สร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูนสูง 3 มิติ ดังนี้
   3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ Surface Rough > Parallel
   3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด Surface Finish > Parallel
   3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดตามเส้นรอบรูป Surface High Speed > Horizontal Area

ข้อเสนอแนะ

ใช้ขนาด Tool และค่า Parameter จากใบข้อมูลทางเทคนิคใบงานที่ 7.3

เวลาในการปฏิบัติงาน : 1 ชั่วโมง 10 นาที

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.4

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2

Step	Toolpath	Tools		Parameters
1	- Surface Rough - Parallel	1. Ball Nose - Ø 6 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p =
			Shoulder =	Max P_f =
			Flute =	
2	- Surface Finish - Parallel	2. Ball Nose - Ø 4 mm. - No. of flutes : 2 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p =
			Shoulder =	Max P_f =
			Flute =	
3	- Surface -Horizontal Area	3. End Mill - Ø 10 mm. - No. of flutes : 4 - Material : HSS	Holder =	Feed rete =
			Overall =	Spindle Speed =
			Shank Dia =	Max a_p =
			Shoulder =	Max P_f =
			Flute =	

<u>หมายเหตุ</u> ใช้โปรแกรมคำนวณค่า Parameter ก่อนแล้วเปลี่ยนค่า Feed rete และ Spindle Speed ตามที่คำนวณได้จากสูตรหรือตามที่แนะนำในตาราง ใช้ค่าเหล็กทั่วไป

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 7.4

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินกัดนูน 3 มิติ 2

หน่วยที่ 7
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชม. 10 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
2	สร้างภาพชิ้นงาน 3 มิติ				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 1				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดหยาบ ครั้งที่ 2				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. คำตอบข้อต่อไปนี้คือคำสั่งเกี่ยวกับการจัดการกับเนื้อวัสดุ

ก. Create ข. Boolean

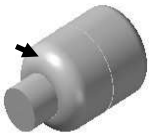
ค. Solid ง. Primitives

2. Solid > Extrude > Create body ชุดคำสั่งนี้เป็นการทำงานลักษณะใดกับชิ้นงาน

ก. ยืดภาพชิ้นงานออก ข. ตัดชิ้นงานบางส่วนออก

ค. รวมเนื้อวัตถุ ง. ทำให้วัตถุมีผนังที่มีความหนา

3. จากภาพส่วนที่ลูกศรชี้เกิดจากการใช้คำสั่งตามข้อใด



ก. Face > Fillet ข. Face > Chamfer

ค. Solid > Fillet ง. Solid > Chamfer

4. การสร้างก้อนวัตถุข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้องที่สุด

ก. ตั้งค่าความหนาที่แกน Z ข. เลือกการสร้างแบบ Conner

ค. เลือกการสร้างที่จุก Origin ง. เลือกการสร้างแบบ All Solid

5. เมื่อรวมเนื้อวัตถุเป็นชิ้นเดียวกันแล้ว วัตถุจะมีลักษณะตามข้อใด

ก. แยกออกจากกันไม่ได้ ข. เปลี่ยนเป็นสีเดียวกันทั้งชิ้น

ค. หมุนหรือย้ายชิ้นงานไม่ได้ ง. ทำการสร้างโปรแกรมทางเดินกัดได้

6. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียดต้องเลือกToolpath Type แบบใด

ก. Scallop ข. Radial

ค. Spiral ง. Waterline

7. ชุดคำสั่งใดต่อไปนี้ใช้สร้างโปรแกรมทางวงเดินกัดนูนละเอียด

ก. Surface Finish > Parallel ข. Surface Finish > Radial

ค. Surface Rough > Parallel ง. Surface Rough > Radial

8. ดอกกัดชนิดใดใช้สร้างโปรแกรมทางเดินกัดละเอียด

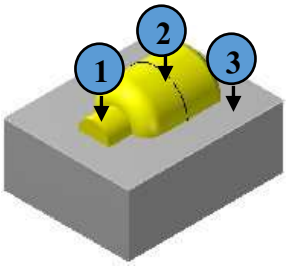
ก. Spher Mill ข. Ball Mill

ค. End Mill ง. Slot Mill

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 7.2
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

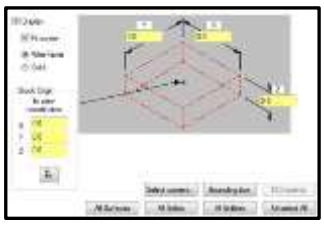
จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 5 คะแนน

1. การรวมเนื้อชิ้นงานกับก้อนวัตถุดังภาพ ต้องคลิกเลือกบริเวณหมายเลขใด (1 คะแนน)



ตอบ คลิกเลือกมายเลข……**1**….กับ……**2**…….

2. การทำ Set stock กัดงาน 3 มิติ ต้องเลือกคำสั่งใด (1 คะแนน)



ง. All Surface

(จ.) All Solids

ฉ. All Entities

3. ถ้าใช้ดอกกัด Ball Mill ø 12 mm ค่า Stepover ใดมีผลทำให้ผิวงานละเอียดที่สุด (1 คะแนน)

(ก.) 0.5 mm ข. 2.5 mm ค. 6 mm ง. 10 mm

4. เลือกใช้ Toolpaths แบบใดเพื่อกัดชิ้นงานให้เป็นรอยนูน (1 คะแนน)

ก. 2D High Speed (ข.) Surface Rough/Finish

5. ดอกกัดชนิดใดใช้กัดงานละเอียด (1 คะแนน)

☑ Spher Mill ☐ Ball Mill

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 7 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินกัด 3 มิติ

---

1. ข
2. ก
3. ค
4. ง
5. ข
6. ก
7. ก
8. ก

โครงการสอนทฤษฎีและปฏิบัติหน่วยที่ 8

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง **จำนวน** 10 **ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

<u>ทฤษฎี</u>

1. การสร้างชิ้นงาน
2. การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

<u>ปฏิบัติ</u>

งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

รายการสอน	**จุดประสงค์การสอน**
<u>ทฤษฎี</u> 1. การสร้างชิ้นงาน 2. การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน 3. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง **<u>ปฏิบัติ</u>** สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง	1. อธิบายการสร้างชิ้นงานกลึงได้ 2. อธิบายการตั้งค่าหัวจับงานกลึงได้ 3. อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้ 4. บอกการตั้งค่าการตัดเฉือนโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้ บอกการตั้งค่าการตัดเฉือนโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้
วิธีการสอน : บรรยาย / ถาม – ตอบ / สาธิต	
สื่อการสอน : Power Point ประกอบการสอนหน่วยที่ 8 / สื่อของจริง / เอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง เรียบเรียงโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ	**เอกสารอ้างอิง :** บรรณานุกรมลำดับที่ 5,7,27,28
การประเมิน : คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน / หลังเรียน / แบบฝึกหัดท้ายบท / ใบงาน / แบบประเมินผลพฤติกรรมการเรียน / การประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	

แผนการสอนที่ 15	**หน่วยที่ 8**
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 1**
หน่วยที่ 8 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

1. การสร้างชิ้นงาน
2. การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน
3. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง จะเริ่มจากการเขียนภาพชิ้นงาน ซึ่งจะเขียนเพียงครึ่งเดียวเนื่องจากงานกลึงมีลักษณะสมมาตร จากนั้นจะทำการจับชิ้นงานกลึงด้วยหัวจับกำหนดความยาวการจับงาน หากมีการเผื่อความยาวชิ้นงานปาดหน้าจะทำการเผื่อในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (Stock setup) การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกหยาบ กลึงปอกละเอียด และทางเดินเจาะ ผู้สร้างจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานกลึงเพื่อจะได้วางแผนกระบวนการผลิตชิ้นงานกลึง

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการการสร้างชิ้นงาน การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกหยาบ กลึงปอกละเอียด และทางเดินเจาะ เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.1 อธิบายการสร้างชิ้นงานกลึงได้

1.2 อธิบายการตั้งค่าหัวจับงานกลึงได้

1.3 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังต่อไปนี้ได้

1.3.1 งานกลึงปาดหน้า

1.3.2 งานกลึงปอก

1.3.3 งานเจาะ

1.4 บอกการตั้งค่าการตัดเฉือนโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังต่อไปนี้ได้

1.4.1 งานกลึงปาดหน้า

1.4.2 งานกลึงปอก

1.4.3 งานเจาะ

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 8 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (10 นาที)

นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (10 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนนำเพลาที่ผ่านกระบวนการกลึงปอก กลึงปาดหน้าและเจาะรู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. ถ้าจะสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกจะต้องทำอย่างไร

2. โปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้าใช้คำสั่ง Tool Parth ใด

3. โปรแกรมทางเดินตัดเจาะใช้คำสั่ง Tool Parth ใด

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึงและตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 การสร้างชิ้นงานกลึง

2.2 การตั้งค่าหัวจับงานกลึง

2.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

ขั้นประกอบกิจกรรม (2 ชั่วโมง 20 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 1 ใบงานที่ 8.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2 (10 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 1 (50 นาที) ใบงานที่ 8.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2 (60 นาที)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (20 นาที)

ขั้นสรุป (30 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกและเจาะรู (10 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.1 และใบงานที่ 8.2 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง

1.2 ใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1

1.3 ใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงเพลางานกลึง

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 8 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง แผ่นที่ 1-24

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2
3. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ไม่มี

กิจกรรมเสนอแนะ

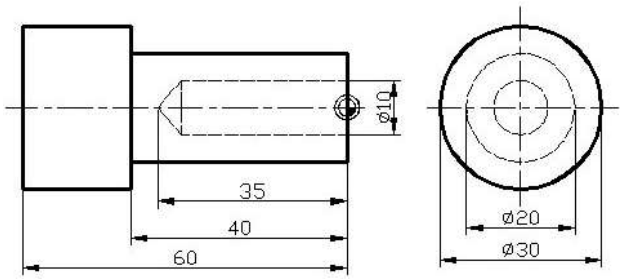
1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกหยาบ กลึงปอกละเอียด และทางเดินเจาะ

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกหยาบ กลึงปอกละเอียด และทางเดินเจาะ ด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 8 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

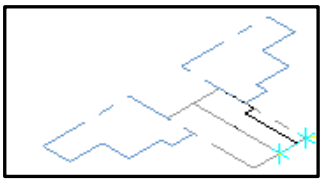
ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. จากแบบงานการเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ขนาดความโตชิ้นงานตามข้อใดถูกต้อง



ก. ø 20
ข. R20
ค. ø 30
ง. R15

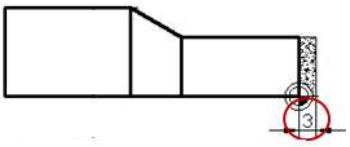
2. มุมมองของภาพที่แสดงอยู่เกิดจากการเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติที่มุมมองตามข้อใด

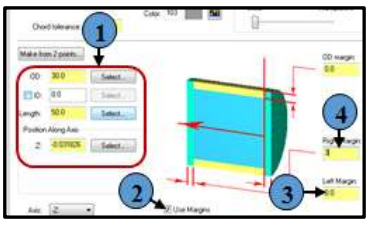


ก. Front
ข. Top
ค. Right
ง. Isometric

3. ความยาวชิ้นงานกลึงเผื่อปาดหน้า 3 มม. ป้อนค่าที่ช่องตามหมายเลขใด

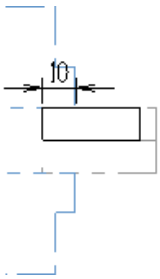
ชิ้นงานกลึง





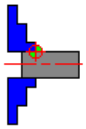
ก. 1 ข. 2
ค. 3 ง. 4

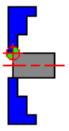
4. ระยะจับงานด้วยหัวจับดังภาพ ตั้งค่าการจับงาน 10 มม. ที่ข้อใดต่อไปนี้

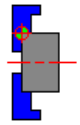


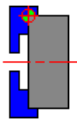
ก. Length
ข. Right Spindle
ค. Left Spindle
ง. Grip Length

5. ชิ้นงานกลึงรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 มม. ยาว 60 มม. ควรเลือกรูปแบบการจับงานด้วยหัวจับตามข้อใด

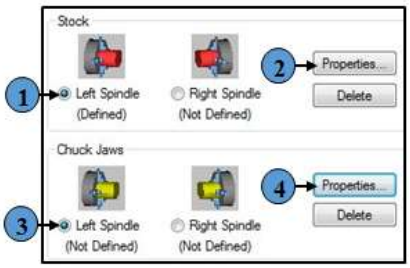
ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

6. การจัดการเกี่ยวกับการตั้งค่าหัวจับงานกลึงต้องคลิกหมายเลขตามข้อใด



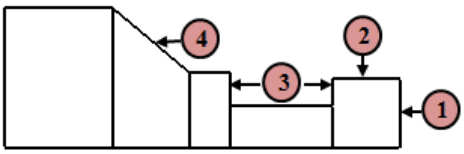
ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

7. ต้องการกลึงบริเวณหมายเลข 3 ต้องเลือกสร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามข้อใด



ก. Rough ข. Face

ค. Groove ง. Cutoff

8. จากภาพ 7 หากต้องการกลึงตกร่อง ต้องเลือกทางเดินตัดหมายเลขใดต่อไปนี้

ก. 2 ข. 3

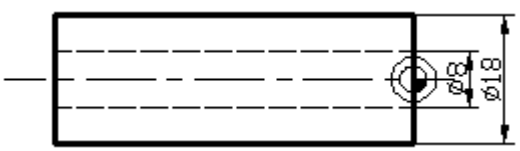
ค. 2 และ 3 ง. 2, 3 และ 4

9. การกลึงปอกละเอียดการตั้งค่า Stock to leave ตามข้อใดถูกต้องที่สุด

ก. Stock to leave in X = 0.2 ข. Stock to leave in Z = 0.2

ค. Stock to leave in X = 0.0 ง. Stock to leave in X= 0.0 Z = 0.2

10. ต้องการกลึงตัดชิ้นงานตังภาพการตั้งค่า X Tangent Point ตามข้อใดถูกต้องที่สุด

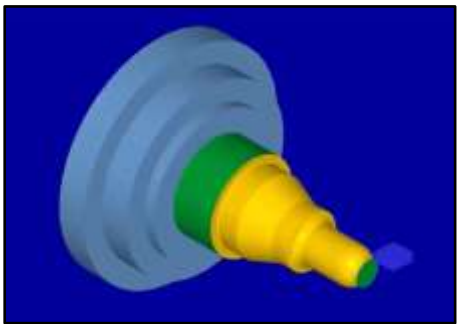


ก. 3 ข. 4

ค. 8 ง. 18

	ใบเนื้อหา **ชื่อวิชา :** ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **ชื่อหน่วย :** การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง	**หน่วยที่ 8** **สอนครั้งที่ 1** **จำนวน 5 ชั่วโมง**

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง การเขียนภาพชิ้นงานจะเขียนเพียงครึ่งเดียว เนื่องจากงานกลึงมีลักษณะจะสมมาตร การกลึงปาดหน้าจะเผื่อความยาวชิ้นงานในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (Stock setup) การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง (Toolpaths) ผู้สร้างจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานกลึงเพื่อจะได้วางแผนการผลิตชิ้นงาน พิจารณาส่วนที่ต้องการตัดเฉือน เช่น การกลึงปาดหน้า การกลึงปอกหยาบ การกลึงปอกละเอียดหรือการกลึงขึ้นรูป ตลอดจนการเลือกอุปกรณ์จับยึด การเลือกเครื่องมือตัดที่ใช้ในขบวนการตั้งเฉือนและการตั้งค่าการตัดเฉือน

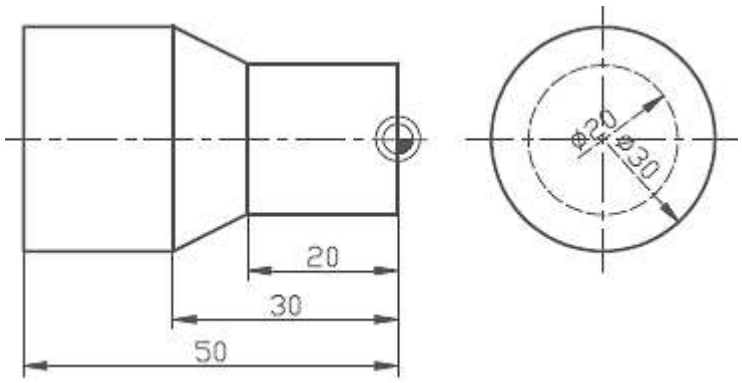


"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำเริ่มต้นการสร้างทางเดินตัดงานกลึง นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=UjANc2klRH8

ภาพที่ 8.1 แสดงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตงานกลึง
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=UjANc2klRH8

1. การสร้างชิ้นงาน

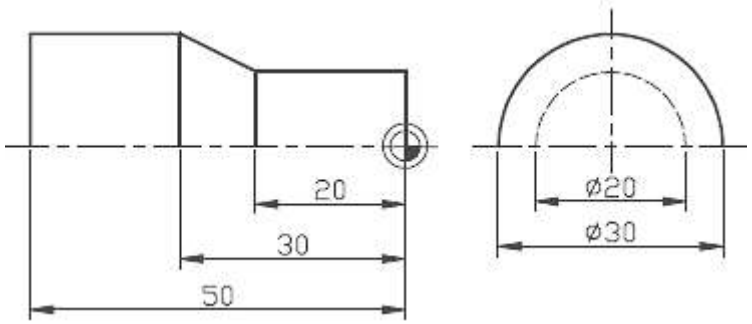
การสร้างชิ้นงานกลึง (Stock Setup) จากแบบงานกลึงดังภาพที่ 8.1 จะต้องสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตามแบบ อาจจะมีการเผื่อความยาวเพื่อกลึงปาดหน้าและมีการตั้งค่าระยะการจับชิ้นงานด้วยหัวจับ ขั้นตอนการสร้างชิ้นงานดังนี้



ภาพที่ 8.2 แสดงแบบงานกลึง 2 มิติ ที่ต้องสร้างเป็นชิ้นงาน
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.1 เขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ

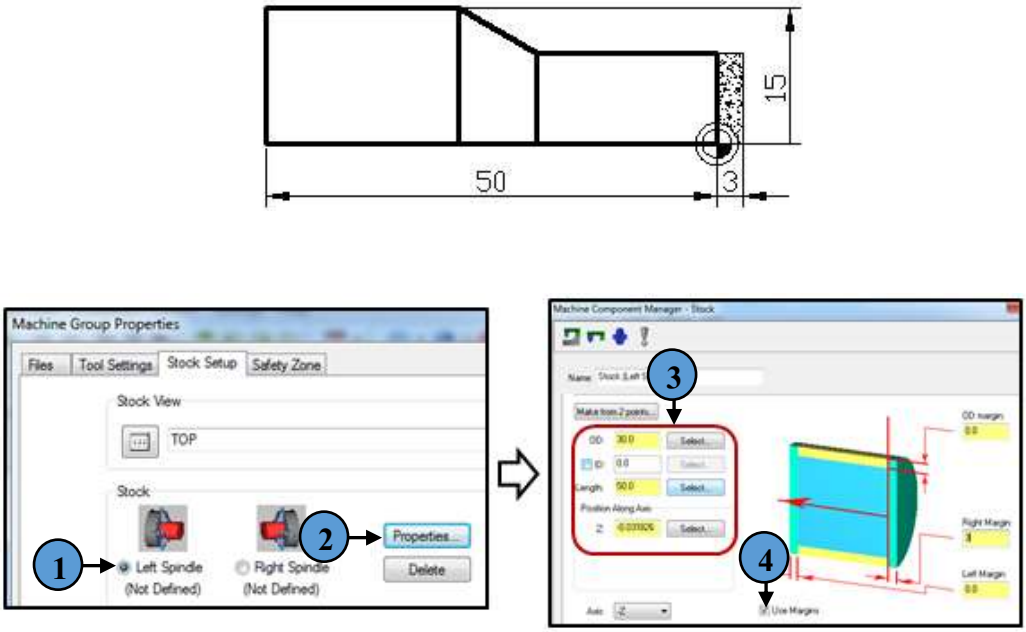
ที่มุมมอง Top เนื่องจากชิ้นงานกลึงเป็นงานที่มีรูปทรงสมมาตรการสร้างชิ้นงานจึงเขียนภาพชิ้นงานเพียงครึ่งเดียวจากแบบงานที่กำหนด ดังภาพที่ 8.2



ภาพที่ 8.3 แสดงการสร้างชิ้นงานกลึงจะเขียนภาพความโตเพียงครึ่งเดียว
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

1.2 สร้างชิ้นงาน

เมื่อเขียนภาพชิ้นงานแล้ว ทำการเลือกเครื่องจักรที่ Menu bar Machine Type เลือก Lathe > Default จะปรากฏกรอบสนทนา Operation Manager คลิก Stock Setup ที่ Stock เลือกเป็น Left Spindle (1) จากนั้นคลิก Properties (2) เพื่อตั้งค่าขนาดชิ้นงาน (3) และสมมุติว่าชิ้นงานมีการเผื่อความยาวเพื่อกลึงปาดหน้า 3 มม. ดังภาพที่ 8.3 คลิก Use Margins (4) เพื่อใส่ขนาดความยาวที่เผื่อ



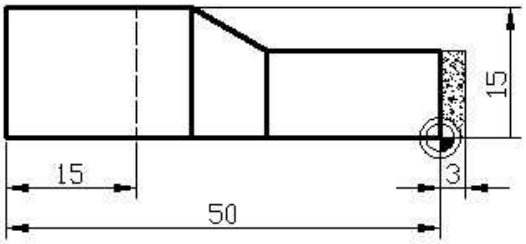
ภาพที่ 8.4 แสดงการตั้งค่าชินงานเผื่อกลึงปาดหน้า 3 มม

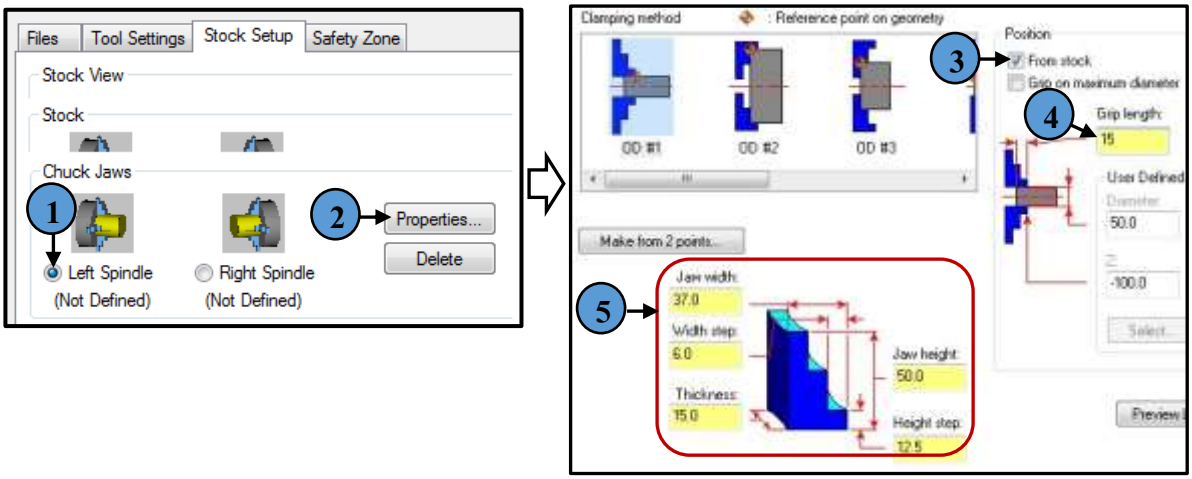
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

OD	หมายถึง	ความโตนอกชิ้นงาน
Length	หมายถึง	ความยาวชิ้นงาน
Use Margins	หมายถึง	การเผื่อขนาดชิ้นงาน
Right Margins	หมายถึง	เผื่อความยาวชิ้นงานด้านขวามือ
Left Margins	หมายถึง	เผื่อความยาวชิ้นงานด้านหัวจับ

2. การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน

เมื่อสร้างชิ้นงานแล้วขั้นตอนต่อไปของการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงคือการตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน โดยที่ Chuck Jaws คลิก Left Spindle (1) คลิก Properties (2) และถ้าค่าโดยประมาณที่หัวจับ จับงานจนถึงค่าความยาว 15 มม. ดังภาพที่ 8.4 คลิก From stock (3) ใส่ค่าระยะความยาวจับที่ Grip length (4) แล้วตั้งค่าขนาดของปากจับที่ (5) โดยอ้างอิงขนาดปากจับจากตารางที่ 8.1

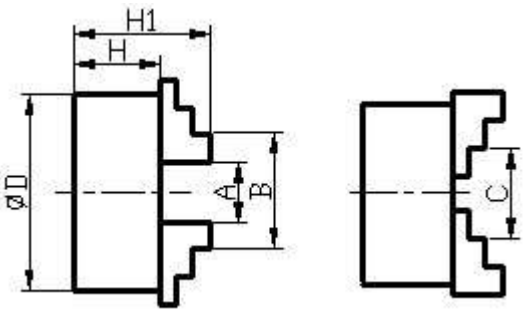




ภาพที่ 8.5 แสดงการตั้งค่าหัวจับจับงานที่ความยาว 15 มม.

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Left Spindle	หมายถึง	หัวจับงานกลึงอยู่ด้านซ้ายมือ
Clamping method	หมายถึง	รูปแบบการจับงาน
From stock	หมายถึง	กำหนดระยะจับงานที่แน่นอน
Grip length	หมายถึง	ระยะจับงานด้วยหัวจับ



ตารางที่ 8.1 ขนาดหัวจับแบบ 3 จับ ฟันพร้อม (Type 3-Jaw Self – Centering Chuck)

ที่มา : http://www.sarawootmachinery.com

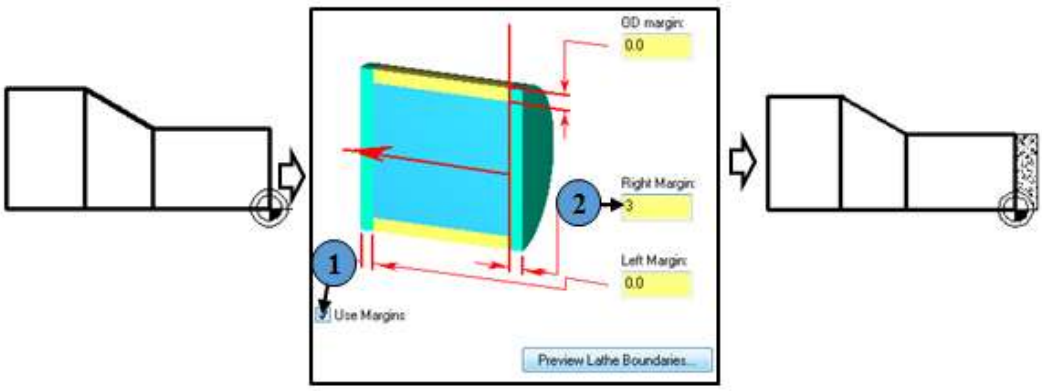
Chuck Dia Ø (D)	H	H1	Internal Jaws (A)	Internal Jaws (B)	External Jaws (C)
80	50	66	2-22	25-70	22-63
100	55	74.5	2-30	30-90	30-80
125	58	84	2.5-40	38-125	38-110
160	65	95	3-55	50-160	55-145
200	75	109	4-85	65-200	65-200
250	80	120	6-110	80-125	90-250
315	90	153	10-140	95-315	100-315

3. การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงผู้สร้างจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานกลึงเพื่อจะได้วางแผนการผลิตชิ้นงาน พิจารณาส่วนที่ต้องการตัดเฉือนหรือขึ้นรูปตลอดจนอุปกรณ์จับยึดและเครื่องมือตัดที่ใช้ โปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงประกอบด้วย

3.1 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า

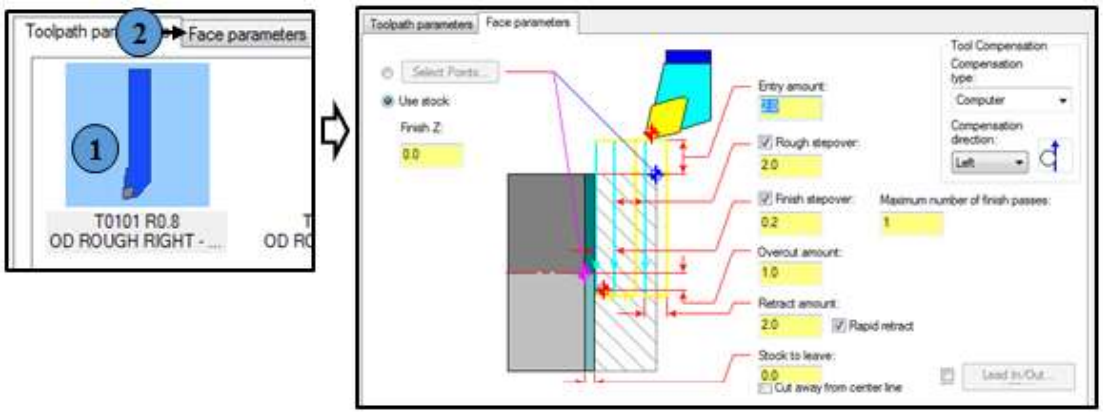
การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า (Toolpath > Face) ในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน คลิก Use Margins (1) ใส่ขนาดความยาวที่ต้องการเผื่อปาดหน้า Right Margins (2)



ภาพที่ 8.6 แสดงการเผื่อความยาวชิ้นงานเพื่อกลึงปาดหน้า

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

เมื่อสร้างชิ้นงานกลึงโดยมีการเผื่อขนาดความยาวเพื่อกลึงปาดหน้าแล้ว ที่ Menu bar > Toolpaths คลิก Face จะปรากฏกรอบสนทนาเพื่อเลือกมีดกลึงปาดหน้าและการตั้งค่าการกลึงปาดหน้าคลิกเลือกมีดกลึง T0101 (1) ตั้งค่าการกลึงปาดหน้า (Face parameter (2)) ดังนี้



ภาพที่ 8.7 แสดงการเลือกมีดกลึงและตั้งค่าการกลึงปาดหน้า

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

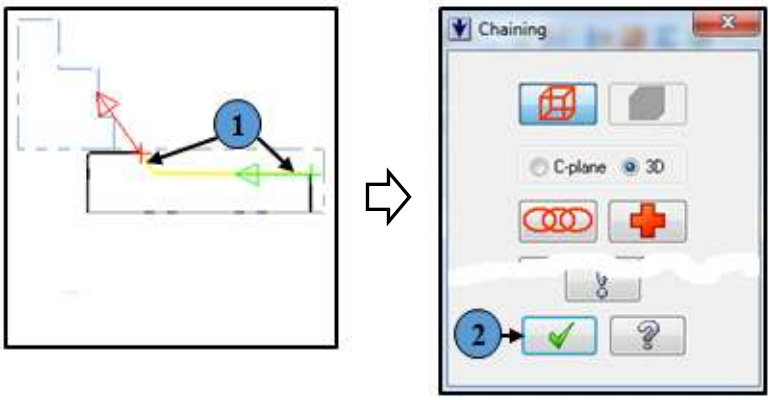
Entry amount	หมายถึง	ระยะมีดกลึงก่อนปาดหน้า
Rough step over	หมายถึง	ความลึกการกลึงปาดหน้าหยาบแต่ละครั้ง
Finish step over	หมายถึง	ความลึกการกลึงปาดหน้าละเอียดแต่ละครั้ง
Overcut amount	หมายถึง	ตำแหน่งมีดกลึงปาดหน้าเลยจุดศูนย์งาน
Retract amount	หมายถึง	ระยะถอยมีดออกจากงานของมีดกลึง

3.2 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกหยาบ

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกหยาบ (Toolpath > Rough) ที่ Menu bar > Toolpaths เลือก Rough จะได้กรอบสนทนา Chaining ดังขั้นตอนต่อไปนี้

3.2.1 เลือกเส้นขอบงานกลึงปอกหยาบ

เมื่อปรากฏกรอบสนทนา Chaining แล้วทำการเลือกเส้นขอบชิ้นงานที่จะกลึงปอกหยาบ คลิกเส้นขอบงาน (1) แล้วคลิก OK (2)

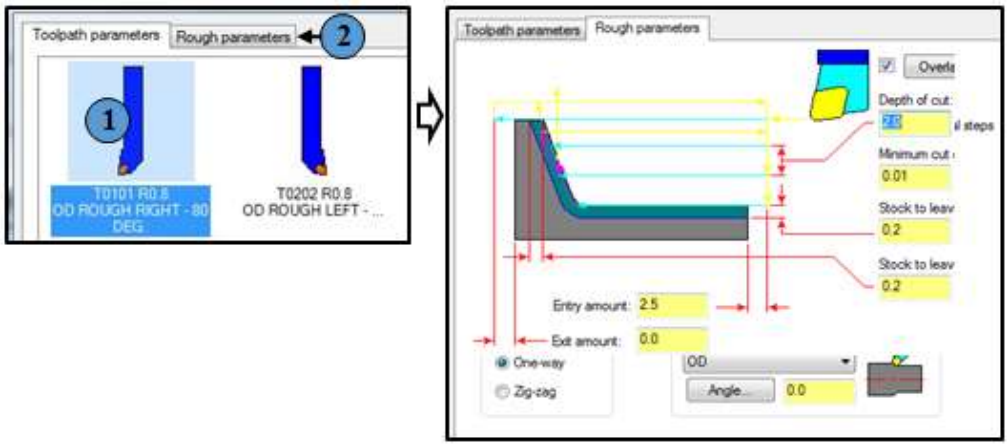


ภาพที่ 8.8 แสดงการเลือกเส้นขอบงานกลึงปอกหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.2.2 เลือกมีดกลึงและตั้งค่าการกลึงปอกหยาบ

หลังจากเลือกเส้นขอบงานกลึงปอกหยาบแล้วเลือกมีดกลึงปอกหยาบ T0101 (1) จากนั้นคลิก Rough parameter (2) ตั้งค่าการกลึงปอกหยาบ ดังนี้



ภาพที่ 8.9 แสดงการเลือกมีดกลึงและตั้งค่าการกลึงปอกหยาบ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

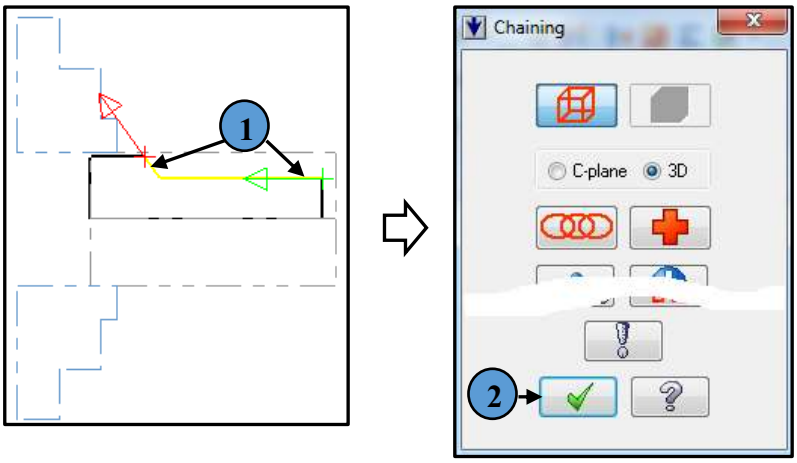
Depth of cut	หมายถึง	ความลึกป้อนกลึงปอกแต่ละเที่ยว
Minimum cut depth	หมายถึง	ความลึกป้อนกลึงปอกน้อยสุด
Stock to leave in X	หมายถึง	ระยะเผื่อเนื้อวัสดุแนวแกน X = 0.5
Stock to leave in Z	หมายถึง	ระยะเผื่อเนื้อวัสดุแนวแกน Z = 0.5
Cutting Method	หมายถึง	รูปแบบการกลึง เลือก One way

3.3 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกละเอียด

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกละเอียด (Toolpath > Finish) ที่ Menu bar > Toolpaths เลือก Finish จะได้กรอบสนทนา Chaining ดังขั้นตอนต่อไปนี้

3.3.1 เลือกเส้นขอบงานกลึงปอกละเอียด

เมื่อปรากฏกรอบสนทนา Chaining แล้วทำการเลือกเส้นขอบชิ้นงานที่จะกลึงปอกละเอียด คลิกเส้นขอบงาน (1) แล้วคลิก OK (2)

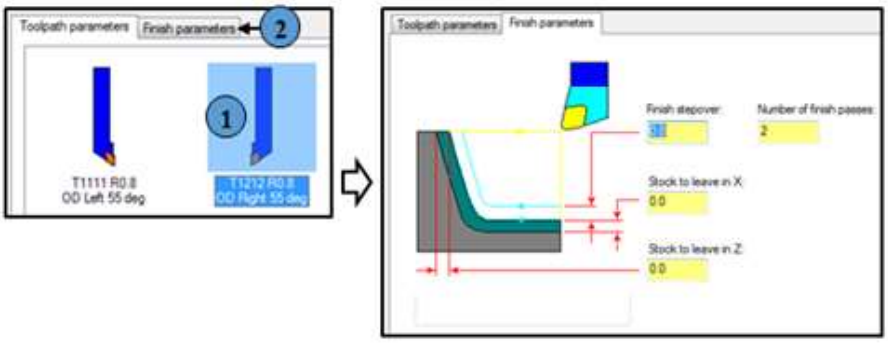


ภาพที่ 8.10 แสดงการเลือกเส้นขอบงานกลึงปอกละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.3.2 เลือกมีดกลึงและตั้งค่าการกลึงปอกละเอียด

หลังจากเลือกเส้นขอบงานกลึงปอกละเอียดแล้วเลือกมีดกลึงปอกละเอียด T1212 (1) จากนั้นคลิก Finish parameter (2) ตั้งค่าการกลึงปอกละเอียด ดังนี้



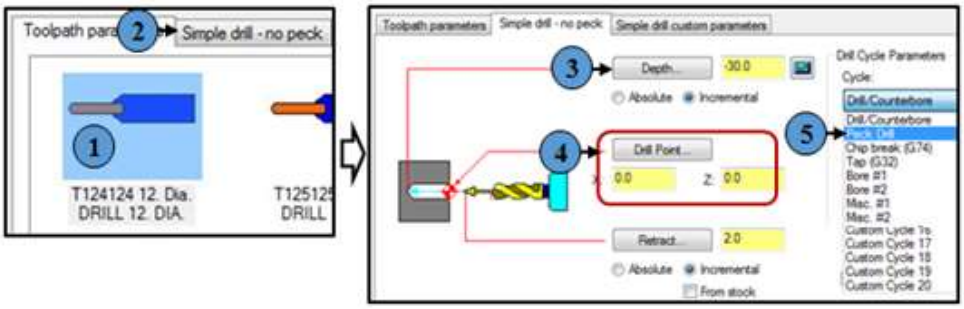
ภาพที่ 8.11 แสดงการเลือกมีดกลึงและตั้งค่าการกลึงปอกละเอียด

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Number of finish passes	หมายถึง	จำนวนเที่ยวการกลึงปอกละเอียด
Stock to leave in X	หมายถึง	ระยะเผื่อเนื้อวัสดุแนวแกน X = 0.0
Stock to leave in Z	หมายถึง	ระยะเผื่อเนื้อวัสดุแนวแกน Z = 0.0

3.4 การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ

การสร้างโปรแกรมทางเดินเจาะ (Toolpath > Drill) ที่ Menu bar > Toolpaths คลิก Drill คลิกเลือกดอกสว่าน T124124 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 มม. (1) คลิกเลือกรูปแบบการเจาะ (2) กำหนดความลึกการเจาะ (3) กำหนดตำแหน่งการเจาะ (4)) เลือกการเจาะแบบทะลุ (5)



ภาพที่ 8.12 แสดงการเลือกดอกสว่านและตั้งค่ารูปแบบการเจาะ

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Simple drill – no peck	หมายถึง	การเลือกรูปแบบการเจาะรู
Depth	หมายถึง	ความลึกรูเจาะ
Drill point	หมายถึง	ตำแหน่งการเจาะรู (X0, Z0)
Retract	หมายถึง	ระยะถอยคายเศษเจาะ

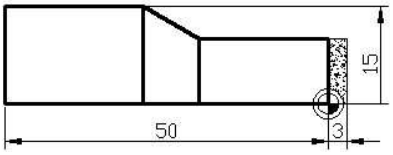
แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 8.1
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

1. เพราะเหตุผลใดการเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ชิ้นงานกลึงจึงเขียนเพียงครึ่งเดียว (1 คะแนน)

   .....

2. จากภาพชิ้นงานกลึงต้องทำการเผื่อความยาวชิ้นงานที่คำสั่งใด (1 คะแนน)



☐ Right Margins

☐ Left Margins

3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดงานกลึงปาดหน้าหากตั้งค่า Overcut amount = -2 หมายความว่า (1 คะแนน)

   .....

4. การเผื่อความยาวเพื่อกลึงปาดหน้าข้อใดดำเนินการถูกต้อง (1 คะแนน)

   ก. เขียนเพิ่มในขั้นตอนการเขียนภาพชิ้นงาน

   ข. คลิกเลือก Use Magin ในขั้นตอนการทำ Stock setup

5. จงบอกความหมายการตั้งค่าโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงต่อไปนี้ (4 คะแนน)

.....5.1 Retract amount	A. จำนวนเที่ยวการกลึง
.....5.2 Depth of cut	B. พิกัดตำแหน่งที่จะทำการเจาะ
.....5.3 Number of finish passes	C. ความลึกป้อนกลึงแต่ละเที่ยว
.....5.3 Drill point	D. ระยะถอยมีดออกจากงาน
	E. ระยะเผื่อเนื้อวัสดุ

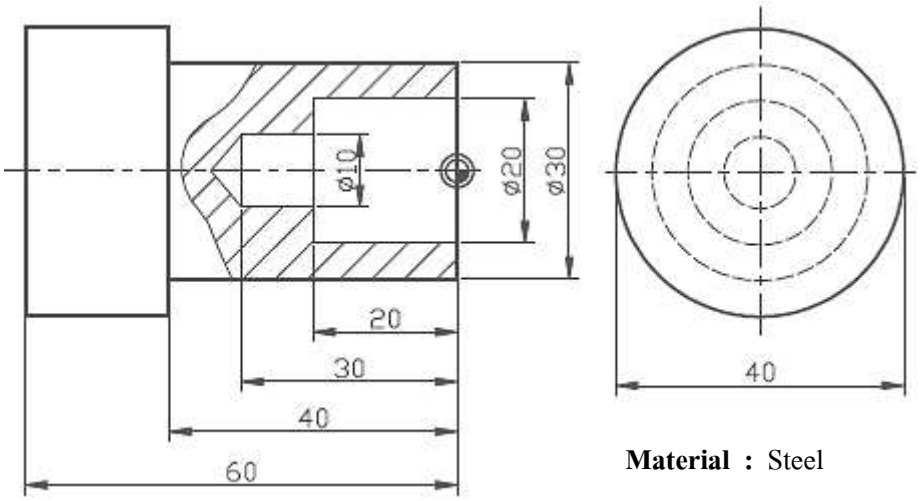
ใบงานที่ 8.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้



Material : Steel

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ
2. ตั้งค่าชิ้นงานเผื่อปาดหน้า 5 มม.
3. สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังนี้
   - 3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า
   - 3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกหยาบ
   - 3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกละเอียด 1 เที่ยว
   - 3.4 สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะและคว้าน

ข้อเสนอแนะ

1. สร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงคว้าน Toolparth > Rough ID
2. การเลือกทางเดินตัดกลึงคว้าน เลือกทางเดินตัดเข้า-ออก เฉพาะขอบเขตของการคว้าน

เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน : 50 **นาที**

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8.1

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 1

Step	**Toolpath**	**Tool**	**Holders**
1	- Face	*Insert : Diamond 80°*	*Style : L*
	- Rough (OD)	IC Dia./Length =	ขนาด b (A) =
	- Finish (OD)	Thickness =	ขนาด L_1 (B) =
		Conner Radius =	ขนาด L_2 (C) =
		Relief Angle =	ขนาด f (D) =
2	- Drill	*Center Drill HSS # 4*	
		Diameter =	
		Flute =	
		Shoulder =	
		Twin Drill HSS : Ø 10 mm.	
		Shank Dia =	
		Flute =	
		Shoulder =	
3	- Rough (ID)	*Triangle Carbide*	*Style : F*
		IC Dia./Length =	ขนาด h (A) =
		Thickness =	ขนาด L_1 (B) =
		Conner Radius =	ขนาด $ØD_m/2$ (C) =
		Relief Angle =	

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Inserts **Material** : Carbide

รูปทรง	ISO	ความยาวคมตัด	วงกลมภายใน	รูปทรง	ISO	ความยาวคมตัด	วงกลมภายใน	รูปทรง	ISO	ความยาวคมตัด	วงกลมภายใน
C80°	06	6.4	6.35	D55°	07	7.7	6.35	T	06	6.9	3.97
	08	8.0	7.94		11	11.6	9.525		08	8.2	4.76
	09	9.7	9.525		15	15.5	12.70		09	9.6	5.56
	12	12.9	12.70		19	19.4	15.875		11	11.0	6.35
	16	16.1	15.875	V35°	09	9.7	5.56		16	16.5	9.525
	19	19.3	19.05		11	11.1	6.35		22	22.0	12.70
					16	16.6	9.525		27	27.5	15.875

สัญลักษณ์	รูปทรงเม็ดมีด	มุม
C	Diamond	80°
D		55°
E		75°
F		50°
V		35°
R	Round	—
S	Square	90°
T	Triangle	60°
W	Trigon	80°
A	Parallelogram	85°
B		82°
K		55°

ISO	ความหนา (mm)
01	1.59
02	2.38
T2	2.78
03	3.18
T3	3.97
04	4.76
06	6.35
07	7.94
09	9.52

ISO	รัศมีมุมมีด (mm)
00	Sharp Point
01	0.1
015	0.15
018	0.18
02	0.2
04	0.4
08	0.8
12	1.2
16	1.6
24	2.4

➢ เงื่อนไขการตัดแนะนำสำหรับเม็ดมีดคาร์ไบด์

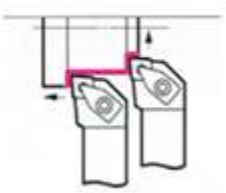
Free Cutting Steel		เหล็ก คาร์บอน		สเตนเลส สตีล		อลูมิเนียม, Brass		ทองเหลือง	
v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)
50-200	0.02~0.15	50-200	0.02~0.1	*50-200	*0.02~0.1			70-300	0.05~0.2
50-150	0.01~0.1	50-150	0.01~0.08	*50-150	*0.01~0.05	70-300	0.05~0.2	70-300	0.05~0.2
50-150	0.02~0.15	50-150	0.02~0.1	50-150	0.02~0.1	70-300	0.05~0.2	70-300	0.05~0.2
150-250	0.1~0.3	150-200	0.1~0.3	150-200	0.1~0.3				
						70-300	0.02~0.1	70-300	0.02~0.1
						70-300	0.02~0.1	70-300	0.02~0.1

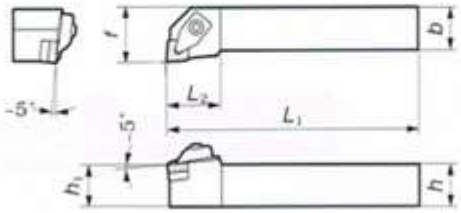
ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Holder **Material** : Carbide

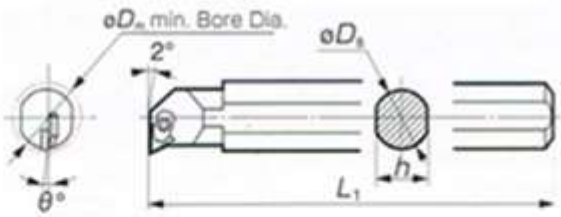
ด้ามมีดงานกลึงทั่วไปและการปาดหน้า

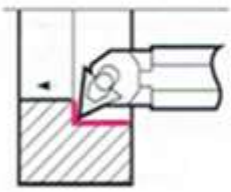




ขนาด (มม.)					
h	b	L_1	f	h_1	L_2
20	20	125	25	20	32
25	25	150	32	25	32
25	25	150	32	25	32
32	32	170	40	32	32

ด้ามมีดงานคว้านรูไม่ทะลุ



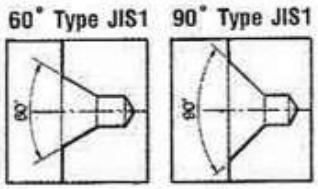


ขนาดคว้านขั้นสุด	ขนาด (มม.)				
$øD_m$	$øD_s$	h	L_1	$\theta°$
10.0	8.0	7.0	140	−9
12.0	10.0	9.0	140	−8
14.0	12.0	11.0	160	−6
18.0	16.0	14.0	180	−5
22.0	20.0	18.0	180	−4

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Center Drill **Material** : HSS

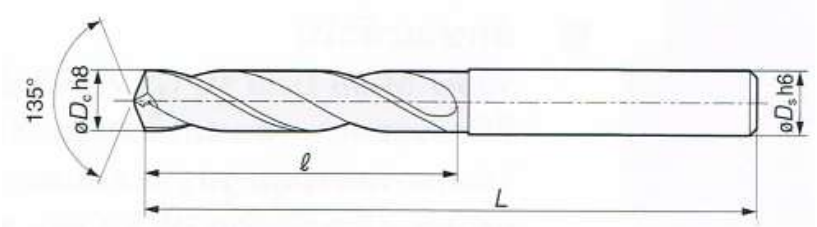


CX CODE	NOMINAL SIZE	d SIZE	D SIZE	L SIZE	ℓ
CT03-06-3874	0.7	0.7	3.5	35	0.7
CT03-06-3876	1	1	4.0	35	1.1
CT03-06-3878	1.5	1.5	5.0	40	1.6
CT03-06-3880	2	2	6.0	45	2.1
CT03-06-3882	2.5	2.5	8.0	50	2.6
CT03-06-3884	3	3	10.0	55	3.2
CT03-06-3886	4	4	12.0	66	4.2
CT03-06-3888	5	5	14.0	78	5.3
CT03-06-3890	6	6	18.0	90	6.3

ที่มา : http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Twins Drill **Material** : HSS



ø Dc (mm)	ø Ds (mm)	ชื่อรุ่น	ความยาว (mm)	
			L	1
5	5	MDW 0460	61	25
6	6	MDW 0560	65	27
7	7	MDW 0660	73	33
8	8	MDW 0760	78	36
9	9	MDW 0860	82	38
10	10	MDW 0960	87	41
11	11	MDW 1060	93	45
12	12	MDW 1160	100	47

➢ **เงื่อนไขการเจาะแนะนำ** (**Vc** : อัตราเร็วตัด m/min, **f** : อัตราการป้อน mm/rev)

เส้นผ่านศูนย์กลางของดอกสว่าน øDc (mm)		เหล็กนิ่ม (~200HB)	เหล็กทั่วไป (~300HB)	สแตนเลส สตีล (~200HB)	เหล็กหล่อ (FC250)
~3	Vc	30~70	30~70	10~40	40~70
	f	0.10~0.20	0.10~0.20	0.06~0.12	0.15~0.25
~5	Vc	40~100	40~100	15~55	40~70
	f	0.15~0.25	0.15~0.25	0.08~0.15	0.15~0.30
~10	Vc	50~130	50~130	15~60	50~80
	f	0.20~0.35	0.20~0.35	0.10~0.20	0.20~0.35
~16	Vc	60~140	60~140	20~60	60~100
	f	0.25~0.35	0.25~0.35	0.10~0.20	0.25~0.35

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8.1

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1

หน่วยที่ 8
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 50 นาที

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
2	ตั้งค่าชิ้นงานเผื่อปาดหน้า 5 มม.				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอก				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินเจาะและคว้าน				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 8 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

---

1. ง
2. ข
3. ง
4. ง
5. ก
6. ข
7. ค
8. ง
9. ค
10. ข

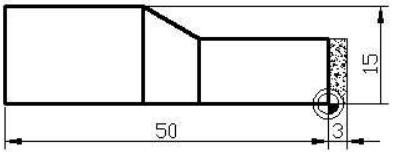
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 8
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

1. เพราะเหตุผลใดการเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ชิ้นงานกลึงจึงเขียนเพียงครึ่งเดียว (1 คะแนน)

   …**เพราะรูปร่างชิ้นงานสมมาตร**……

2. จากภาพชิ้นงานกลึงต้องทำการเผื่อความยาวชิ้นงานที่คำสั่งใด (1 คะแนน)



☑ Right Margins

☐ Left Margins

3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดงานกลึงปาดหน้าหากตั้งค่า Overcut amount = -2 หมายความว่า (1 คะแนน)

   ……กลึงปาดหน้าเลยจุดศูนย์กลางไปทิศทาง X ลบ 2 มม……

4. การเผื่อความยาวเพื่อกลึงปาดหน้าข้อใดดำเนินการถูกต้อง (1 คะแนน)

   ก. เขียนเพิ่มในขั้นตอนการเขียนภาพชิ้นงาน

   (ข.) คลิกเลือก Use Magin ในขั้นตอนการทำ Stock setup

5. จงบอกความหมายการตั้งค่าโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงต่อไปนี้ (4 คะแนน)

…**D**…5.1 Retract amount	A. จำนวนเที่ยวการกลึง
…**C**…5.2 Depth of cut	B. พิกัดตำแหน่งที่จะทำการเจาะ
…**A**…5.3 Number of finish passes	C. ความลึกป้อนกลึงแต่ละเที่ยว
…**B**…5.3 Drill point	D. ระยะถอยมีดออกจากงาน
	E. ระยะเผื่อเนื้อวัสดุ

แผนการสอนที่ 16	หน่วยที่ 8
ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** : 3102-2005	**สอนครั้งที่ 2**
หน่วยที่ 8 ชื่อหน่วย การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง	**จำนวน 5 ชั่วโมง**

หัวเรื่อง

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง (ต่อ)

สาระสำคัญ

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง จะเริ่มจากการเขียนภาพชิ้นงาน ซึ่งจะเขียนเพียงครึ่งเดียวเนื่องจากงานกลึงมีลักษณะสมมาตร จากนั้นจะทำการจับชิ้นงานกลึงด้วยหัวจับกำหนดความยาวการจับงาน หากมีการเผื่อความยาวชิ้นงานปาดหน้าจะทำการเผื่อในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (Stock setup) การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตัด กลึงตกร่อง และกลึงเกลียว ผู้สร้างจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานกลึงเพื่อจะได้วางแผนกระบวนการผลิตชิ้นงานกลึง

จุดประสงค์การเรียน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการการสร้างชิ้นงาน การตั้งค่าหัวจับชิ้นงาน การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตัด กลึงตกร่อง และกลึงเกลียว เพื่อให้มีทักษะสามารถออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคม ด้วยความรับผิดชอบ มีความประณีต รอบคอบ ปลอดภัย โดยตระหนักถึงคุณภาพงาน

จุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม

1. ด้านความรู้ (K) นักศึกษา…

1.5 อธิบายการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังต่อไปนี้ได้

1.5.1 งานกลึงตัด

1.5.2 งานกลึงตกร่อง

1.5.3 งานกลึงเกลียว

1.6 บอกการตั้งค่าการตัดเฉือนโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังต่อไปนี้ได้

1.6.1 งานกลึงตัด

1.6.2 งานกลึงตกร่อง

1.6.3 งานกลึงเกลียว

2. ด้านทักษะ (S) นักศึกษา…

สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A) นักศึกษา…

3.1 เข้าเรียนตรงต่อเวลา

3.2 ปฏิบัติตามกฎ ระเบียบ ข้อตกลง

3.3 มีความพร้อมในการเรียน การปฏิบัติงาน

3.4 มีความสนใจใฝ่รู้

3.5 มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น

กิจกรรมการเรียนการสอน (5 ชั่วโมง)

ผู้สอนแจ้งกิจกรรมการเรียนการสอนหน่วยที่ 8 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง หัวข้องานกลึงตัด งานกลึงตกร่องและงานกลึงเกลียว บอกการประเมินผล ข้อตกลงขณะเรียนและแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (10 นาที)

นักศึกษาอ่านทบทวนเนื้อหาหน่วยที่ 8 สอนครั้งที่ 1 (30 นาที)

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (20 นาที)

ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยผู้สอนนำเพลาที่ผ่านกระบวนการกลึงปอก กลึงปาดหน้าและเจาะรู แล้วตั้งคำถามกับนักศึกษาเพื่อให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็น ตัวอย่างคำถามเช่น

1. นักศึกษาเคยกลึงตัดชิ้นงานบนเครื่องกลึงหรือไม่

2. ขณะกลึงตัดบนเครื่องกลึงนักศึกษาพบปัญหาอะไรบ้าง

3. โปรแกรมการกลึงตกร่องกับโปรแกรมการกลึงตัดขาดเหมือนหรือต่างกัน

4. การกลึงเกลียวนักศึกษาต้องทราบค่าใดบ้าง

ขั้นดำเนินการสอน (1 ชั่วโมง 30 นาที)

1. นักศึกษาอ่านทำความเข้าใจเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนหน่วยที่ 8 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

2. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาโดยใช้สื่อการสอน Power Point ประกอบการบรรยายเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาสาระของการเรียนรู้ การสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึงและตั้งคำถามเป็นระยะ ๆ สลับการบรรยายเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษามีส่วนร่วมระหว่างปฏิบัติการสอน เรื่อง

2.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตัด

2.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตกร่อง

2.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงเกลียว

ขั้นประกอบกิจกรรม (1 ชั่วโมง 50 นาที)

1. ผู้สอนแจกใบงานให้แก่นักศึกษาทุกคน อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงาน การประเมินผลการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 3 (20 นาที)

2. นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ เปิดเครื่องเข้าสู่โปรแกรมแล้วปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในใบงานที่ 8.3 งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 3 (1 ชั่วโมง)

3. ผู้สอนตรวจประเมินผลการปฏิบัติงาน ปรับแก้สาธิตการปฏิบัติงานให้กับนักศึกษาที่เข้าใจคลาดเคลื่อนเป็นรายบุคคล (30 นาที)

ขั้นสรุป (40 นาที)

1. ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาการสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึงตัด งานกลึงตกร่องและงานกลึงเกลียว (20 นาที)

2. ผู้สอนและนักศึกษาอภิปรายปัญหาและวิธีแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.3 (20 นาที)

สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. สื่อสิ่งพิมพ์

1.1 เอกสารประกอบการสอน เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง

1.2 ใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1

1.3 ใบงานที่ 7.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2

1.4 แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน

2. สื่อโสตทัศน์

2.1 โปรแกรมมาสเตอร์แคม

2.2 สื่อของจริงเพลางานกลึง

2.2 สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 8 เรื่องการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง แผ่นที่ 25-31

การวัดและประเมินผล

1. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.1 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 1
2. คะแนนการปฏิบัติงานใบงานที่ 8.2 งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2
3. แบบฝึกหัดท้ายบท

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

ไม่มี

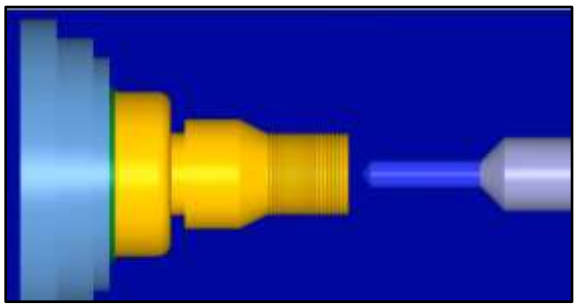
กิจกรรมเสนอแนะ

1. ผู้สอนตั้งคำถามกับนักศึกษาเป็นระยะเกี่ยวกับการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกหยาบ กลึงปอกละเอียด และทางเดินเจาะ

2. ผู้สอนมอบหมายให้นักศึกษาการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า กลึงปอกหยาบ กลึงปอกละเอียด และทางเดินเจาะ ด้วยโปรแกรมมาสเตอร์แคมตามตัวอย่างที่สาธิตและไม่ใช่ใบงาน

	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	สอนครั้งที่ 2
	ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง	จำนวน 5 ชั่วโมง

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง การเขียนภาพชิ้นงานจะเขียนเพียงครึ่งเดียว เนื่องจากงานกลึงมีลักษณะจะสมมาตร การกลึงปาดหน้าจะเผื่อความยาวชิ้นงานในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน (Stock setup) การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง (Toolpaths) ผู้สร้างจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการตัดเฉือนชิ้นงานกลึงเพื่อจะได้วางแผนการผลิตชิ้นงาน พิจารณาส่วนที่ต้องการตัดเฉือน เช่น การกลึงปาดหน้า การกลึงปอกหยาบ การกลึงปอกละเอียดหรือการกลึงขึ้นรูป ตลอดจนการเลือกอุปกรณ์จับยึด การเลือกเครื่องมือตัดที่ใช้ในขบวนการตั้งเฉือนและการตั้งค่าการตัดเฉือน

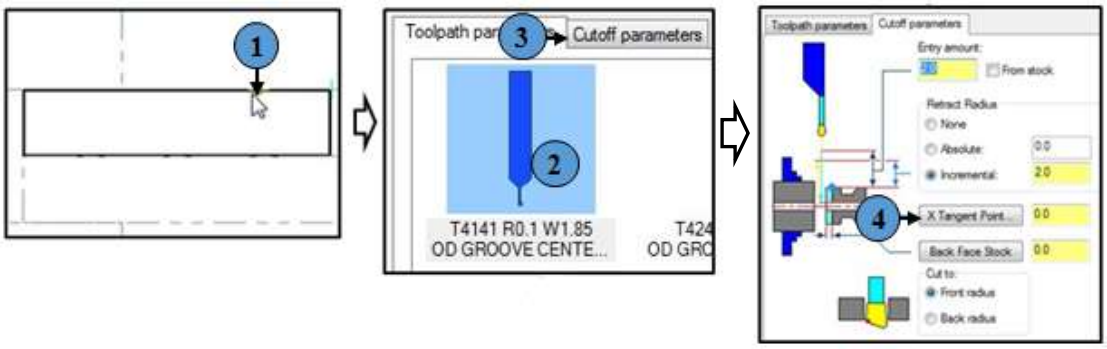


"เพื่อการนำเข้าสู่บทเรียนและแนะนำการสร้างทางเดินตัดงานกลึง นักศึกษาสามารถศึกษาเพิ่มเติมจากเว็บไซต์"
https://www.youtube.com/watch?v=Xa9KlKzGpkk

ภาพที่ 8.13 แสดงการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตงานกลึง
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=Xa9KlKzGpkk

3.5 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดขาด

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตัดขาด (Toolpath > Cutoff) ที่ Menu bar > Toolpaths คลิก Cutoff คลิกตำแหน่งที่ต้องการตัดบนเส้นขอบงาน (1) คลิกเลือกมีดกลึงตัด T4141 (2) ตั้งค่าการกลึงตัดขาด (Cutoff parameter (3)) กำหนดความลึกการตัดแนวแกน X (4)



ภาพที่ 8.14 แสดงการเลือกตำแหน่งการกลึง มีดกลึงและตั้งค่าการกลึงตัดขาด

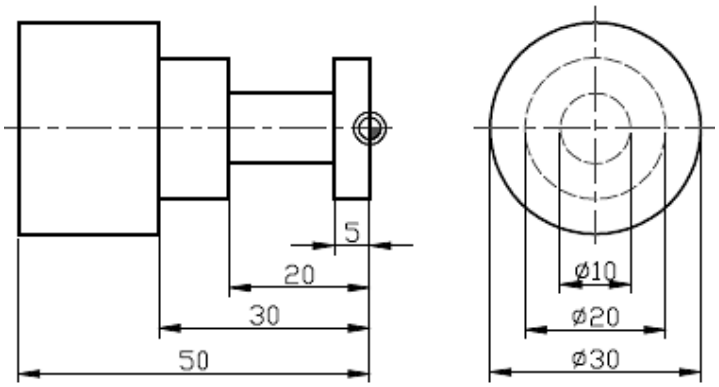
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Entry amount หมายถึง ตำแหน่งหยุดมีดกลึงก่อนการตัด

X Tangent Point หมายถึง ความลึกการตัดแนวแกน X

3.6 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตกร่อง

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตกร่อง (Toolpath > Groove) หากชิ้นงานมีร่องลักษณะดังภาพที่ 8.14 มีขั้นตอนการกลึงดังต่อไปนี้

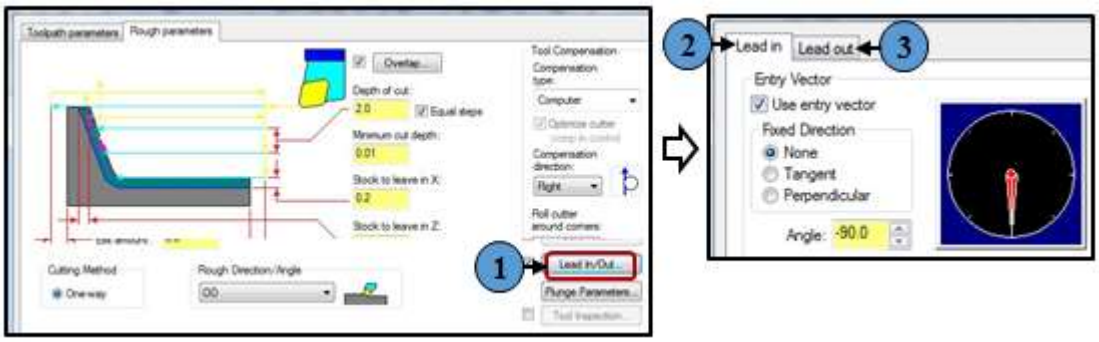


ภาพที่ 8.15 แสดงชิ้นงานมีการกลึงตกร่อง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.6.1 ตั้งค่าองศาการเข้าออกของมีดกลึงปอก

ในขั้นตอนการกลึงปอกชิ้นงานที่มีร่องต้องตั้งค่าองศาการเข้าออกของมีดกลึงปอก Lead In/Out (1) โดยตั้งค่า Lead in ที่ Angle -90 (2) ตั้งค่า Lead out ที่ ที่ Angle 90 (3) เป็นการตั้งค่ามุมการเข้าออกของมีดกลึง

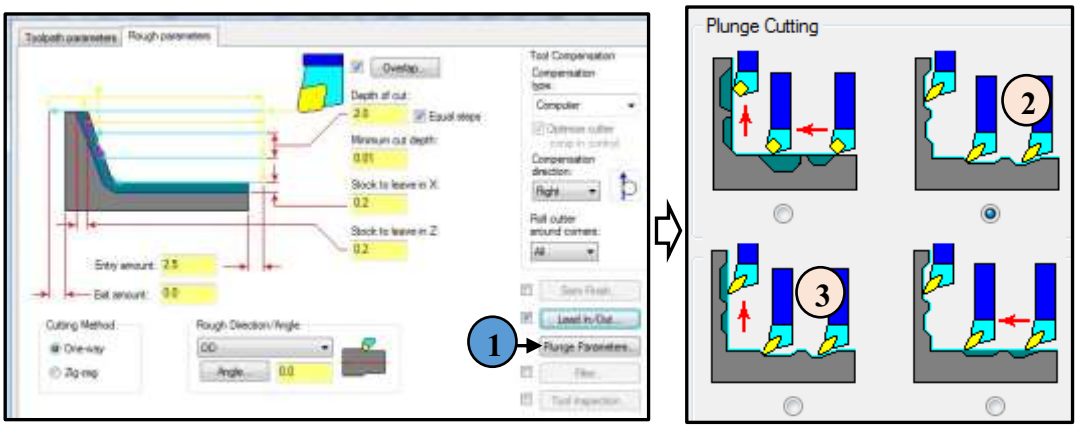


ภาพที่ 8.16 แสดงการกำหนดองศาการเข้า ออกของมีดกลึงตกร่อง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.6.2 ตั้งค่ารูปแบบการกลึงตกร่อง

จากนั้นตั้งค่าสั่งให้มีดลงไปกลึงในร่อง คลิกที่ Plunge Parameter (1) คลิกเลือกรูปแบบการกลึงตกร่องแนวแกน X และ Z ที่ 2 หรือ 3

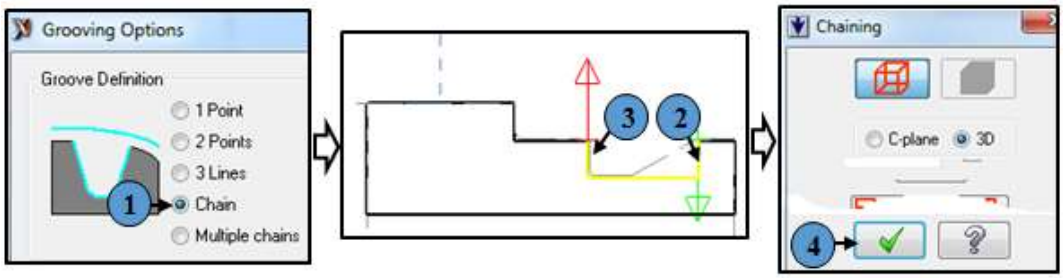


ภาพที่ 8.17 แสดงรูปแบบการกลึงตกร่อง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.6.3 เลือกขอบเขตการกลึงตกร่อง

เลือกขอบเขตการกลึงตกร่อง ที่ Menu bar >Toolpaths เลือก Groove จะปรากฏกรอบสนทนา Grooving Options เลือก Chain (1) คลิกเลือกเส้น 2 และ 3 ที่ Chaining คลิก OK (4)

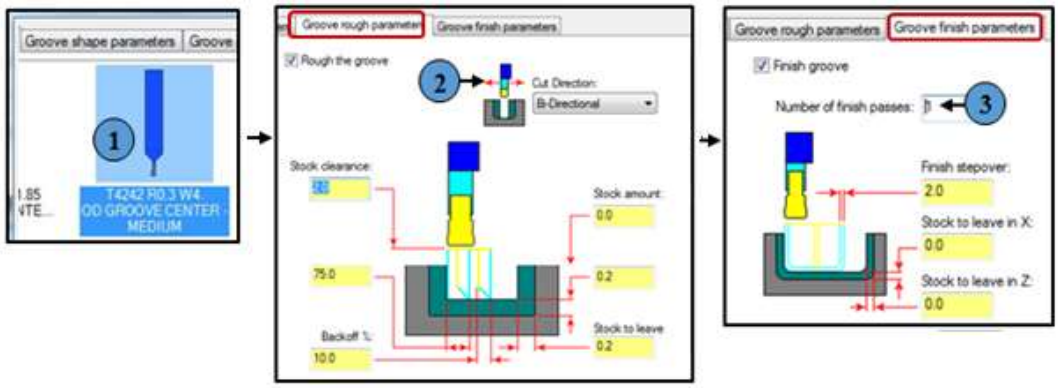


ภาพที่ 8.18 แสดงการเลือกทางเดินตัดงานกลึงตกร่อง

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

3.6.4 เลือกมีดกลึง

เลือกมีดกลึงตกร่องแบบ T4242 (1) ปรับตั้งค่าทิศทางการกลึงตกร่องหยาบ Groove rough parameter > Cut Direction เลือกเป็นกินร่องทั้ง 2 ด้าน (2) และการกลึงตกร่องละเอียด Groove finish parameter กำหนดจำนวนเที่ยวการกลึงตกร่องละเอียด 1เที่ยว(3)ตั้งค่าการกลึงตกร่องดังนี้



ภาพที่ 8.19 แสดงการกำหนดรูปแบบการกลึงตกร่อง

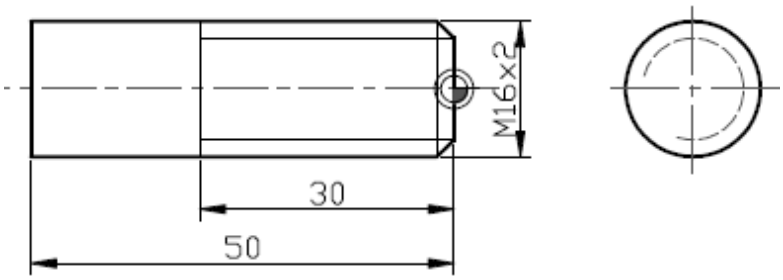
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Bi – Directional	หมายถึง	กลึงร่องทั้ง 2 ด้าน
Positive	หมายถึง	กลึงร่องจากด้าน –Z ไปด้าน +Z
Negative	หมายถึง	กลึงร่องจากด้าน +Z ไปด้าน –Z

Number of finish parameter	หมายถึง	จำนวนเที่ยวการกลึงตกร่องละเอียด
Stock to leave in X	หมายถึง	ระยะเผื่อเนื้อวัสดุแนวแกน X = 0.0
Stock to leave in Z	หมายถึง	ระยะเผื่อเนื้อวัสดุแนวแกน Z = 0.0

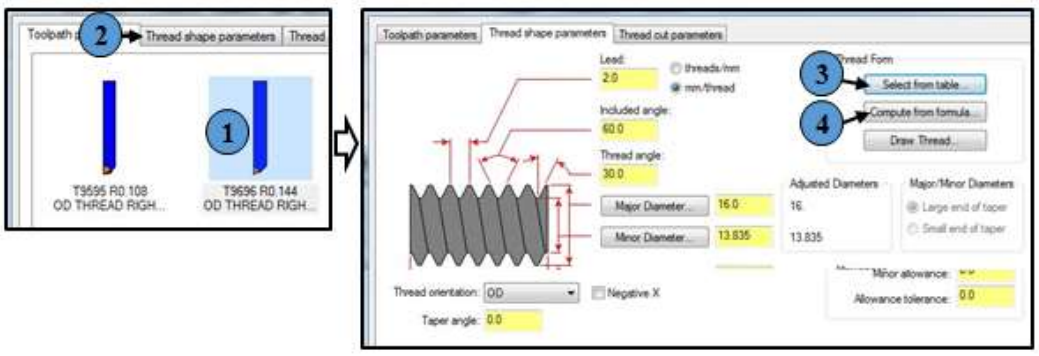
3.7 การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงเกลียว

การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงเกลียว (Toolpath > Thread) ที่ Menu bar > Toolpaths เลือก Thread และหากต้องการกลึงเกลียวดังภาพที่ 8.18 เลือกมีดกลึงและตั้งค่าการกลึงเกลียวแล้วปรับตั้งค่าเกลียว



ภาพที่ 8.20 แสดงแบบงานกลึงเกลียว
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

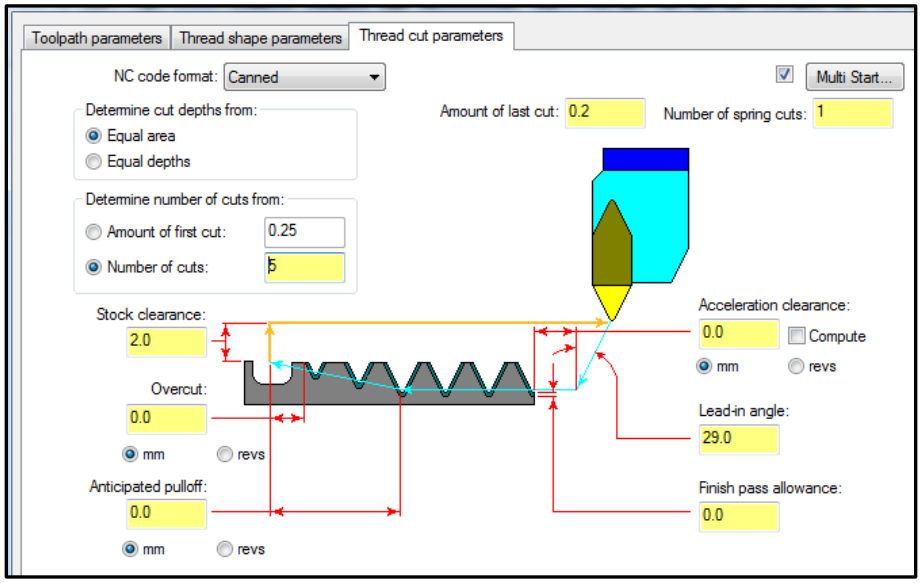
เมื่อเลือกสร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงเกลียวแล้วต้องเลือกมีดกลึงและตั้งค่าขนาดเกลียว โดยคลิกเลือกมีดกลึงเกลียวนอก T9696 (1) แล้วคลิก Thread shape parameters (2) เป็นการตั้งค่าขนาดเกลียว ซึ่งหาได้จากตารางเกลียว (Select from table (3)) หรือใช้การคำนวณจากสูตร (Computer from formula(4))



ภาพที่ 8.21 แสดงมีดกลึงเกลียวและการตั้งค่าขนาดเกลียว
ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

Lead	หมายถึง	ระยะห่างระหว่างยอดฟันเกลียว หรือพิตช์
Included angle	หมายถึง	มุมรวมของเกลียว
Thread angle	หมายถึง	มุมเกลียว
Major Diameter	หมายถึง	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางยอดเกลียว
Minor Diameter	หมายถึง	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคนเกลียว
Start Position	หมายถึง	จุดเริ่มการกลึงเกลียวแนวแกน Z
End Position	หมายถึง	จุดสิ้นสุดการกลึงเกลียวแนวแกน Z

ตั้งค่าการกลึงเกลียว (Thread Cut Parameter (1))



ภาพที่ 8.22 แสดงการตั้งค่าการกลึงเกลียว

ที่มา : ศักดิ์ดา สิมเสมอ, 2559

NC code format	หมายถึง	รูปแบบ NC-Code การโปรแกรมเอ็นซี
Determine cut depths from	หมายถึง	รูปแบบการกำหนดหาความลึกในการกลึงเกลียวแต่ละครั้ง

แบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 8.2
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 10 คะแนน

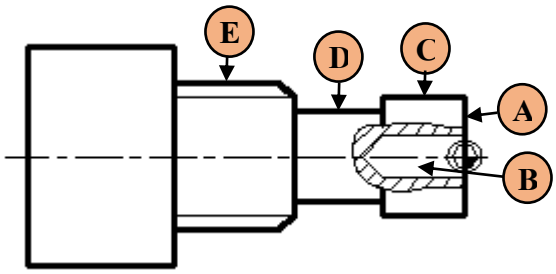
1. ชิ้นงานกลึงที่มีร่องการกลึงปอกจะต้องตั้งค่าคำสั่งใดเพิ่ม (1 คะแนน)

   ……...

2. ถ้าเป็นการกลึงปอกละเอียด ควรตั้งค่า Stock to leave in X, Z เท่าไร (1 คะแนน)

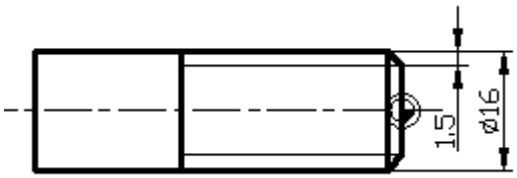
   ……..

3. จากภาพชิ้นงานจงเลือกคำสั่ง Toolpaths ที่ใช้สร้างโปรแกรมทางเดินตัด (5 คะแนน)



…… A	1. Thread
…… B	2. Rough
…….C	3. Drill
…….D	4. Groove
…….E	5. Face

4. จากภาพชิ้นงานกลึงเกลียวจงเติมค่าต่างในช่องว่างให้ถูกต้อง (3 คะแนน)



Thread depth = ……..

Major Diameter =……

Minor Diameter =……

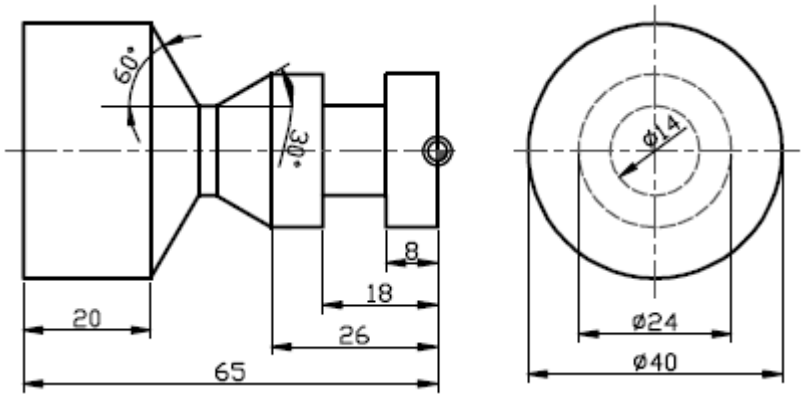
ใบงานที่ 8.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงได้



Material : Steel

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ
2. ตั้งค่าชิ้นงาน
3. สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังนี้
   - 3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกหยาบ
   - 3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกลงร่อง
   - 3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตกร่องตัวยู
   - 3.5 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงตกร่องตัววี

ข้อเสนอแนะ

สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตกร่องด้วยคำสั่ง Toolparth Rough โดยปรับค่า Lead in/out 90 องศา ปรับค่า Plunge Parameter ให้กินลงร่องแนวแกน X และ Z

เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน : 1 ชั่วโมง

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8.2

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 2

Step	Toolpath	Tool	Holders
1	- Rough (OD)	*Insert : Diamond 55°*	*Style : L*
		IC Dia./Length =	ขนาด b (A) =
		Thickness =	ขนาด L_1 (B) =
		Conner Radius =	ขนาด L_2 (C) =
		Relief Angle =	ขนาด f (D) =
2	- Groove	*Insert : Single. Square W4*	*Style : Ex. Right H*
		ความลึกร่อง =	ขนาด b (A) =
		ขนาด S =	ขนาด L_1 (B) =
		รัศมีมุมมีด =	ขนาด L_2 (C) =

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : Inserts **Material** : Carbide

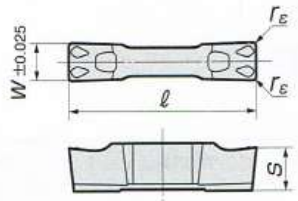
รูปทรง	ISO	ความยาวคมตัด	วงกลมภายใน
	06	6.4	6.35
	08	8.0	7.94
C80°	09	9.7	9.525
	12	12.9	12.70
	16	16.1	15.875
	19	19.3	19.05

รูปทรง	ISO	ความยาวคมตัด	วงกลมภายใน
	07	7.7	6.35
D55°	11	11.6	9.525
	15	15.5	12.70
	19	19.4	15.875
	09	9.7	5.56
V35°	11	11.1	6.35
	16	16.6	9.525

ISO	ความหนา (mm)
01	1.59
02	2.38
T2	2.78
03	3.18
T3	3.97
04	4.76
06	6.35

ISO	รัศมีมุมมีด r (mm)
00	Sharp Point
01	0.1
015	0.15
018	0.18
02	0.2
04	0.4
08	0.8

เม็ดมีดกลึงเซาะร่องผิวนอก



ขนาด (มม.)			
W	ℓ	S	r_ε
3.00	20	4.64	0.2
3.00	20	4.64	0.4
4.00	20	4.50	0.2
4.00	20	4.50	0.4
5.00	20	4.50	0.2
5.00	20	4.50	0.4
6.00	20	4.50	0.2
6.00	20	4.50	0.4

➢ **เงื่อนไขการตัดแนะนำสำหรับเม็ดมีดคาร์ไบด์**

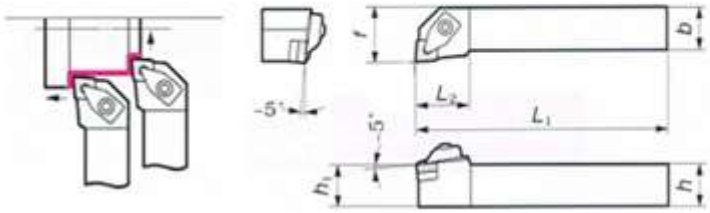
Free Cutting Steel		เหล็ก คาร์บอน		สเตนเลส สตีล		อลูมิเนียม, Brass		ทองเหลือง	
v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)
50-200	0.02~0.15	50-200	0.02~0.1	*50-200	*0.02~0.1			70-300	0.05~0.2
50-150	0.01~0.1	50-150	0.01~0.08	*50-150	*0.01~0.05	70-300	0.05~0.2	70-300	0.05~0.2
50-150	0.02~0.15	50-150	0.02~0.1	50-150	0.02~0.1	70-300	0.05~0.2	70-300	0.05~0.2
150-250	0.1~0.3	150-200	0.1~0.3	150-200	0.1~0.3				
						70-300	0.02~0.1	70-300	0.02~0.1
						70-300	0.02~0.1	70-300	0.02~0.1

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

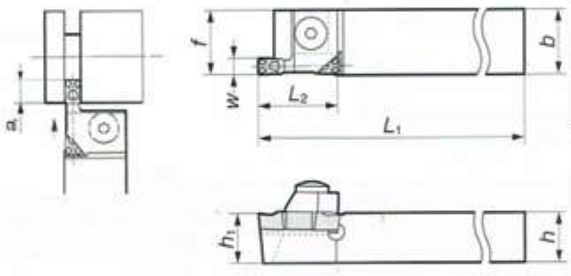
Tool Type : Holder **Material** : Carbide

ด้ามมีดงานกลึงทั่วไปและการปาดหน้า



ขนาด (มม.)					
h	b	L_1	f	h_1	L_2
20	20	125	25	20	32
25	25	150	32	25	32
25	25	150	32	25	32
32	32	170	40	32	32

ด้ามมีดเซาะร่องผิวนอก



ขนาดด้ามมีด (มม.)						เซาะร่องกว้าง (มม.)	ความลึกของร่องสูงสุด a_r (มม.)
h	b	L_1	f	h_1	L_2	w	
10	16	120	15.7	10	19.5	3.0	6.2
12	16	120	15.7	12	19.5		
16	16	120	15.7	16	22.0		8.0
20	20	120	19.7	20	22.0		
10	16	120	15.7*	10	19.5	4.0 5.0	6.2
12	16	120	15.7*	12	19.5		
16	16	120	15.7*	16	22.0		8.0
20	20	120	19.7*	20	22.0		
10	20	120	19.7	10	19.5	6.0	6.2
12	20	120	19.7	12	19.5		
16	20	120	19.7	16	22.0		8.0
20	20	120	19.7	20	22.0		

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8.2

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 2

หน่วยที่ 8
สอนครั้งที่ 1
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชั่วโมง

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนภาพชิ้นงานกลึง 2 มิติ				
2	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกลงร่อง				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงตกร่องตัวยู				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงตกร่องตัววี				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

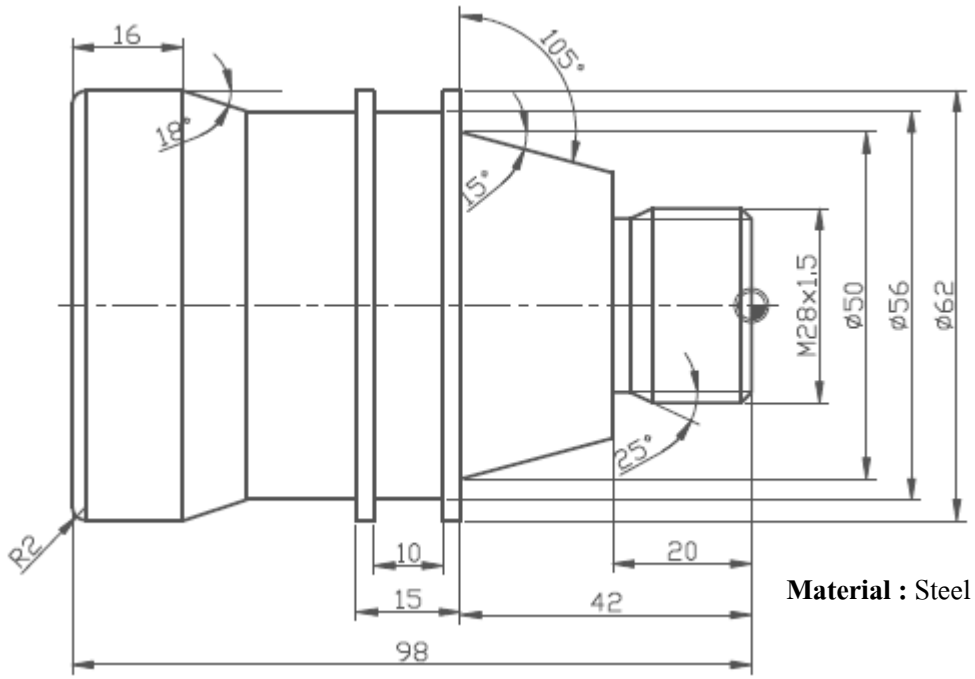
ใบงานที่ 8.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 3

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

สร้างโปรแกรมทางเดินกัดงานกลึงได้



Material : Steel

เครื่องมือ/อุปกรณ์

เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลส่วนบุคคลพร้อมอุปกรณ์ต่อพ่วง

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. เขียนภาพชิ้นงาน 2 มิติ
2. ตั้งค่าชิ้นงานเผื่อความยาวปาดหน้า 5 มม.
3. สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง ดังนี้
   - 3.1 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า
   - 3.2 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปอกหยาบลงร่อง
   - 3.3 สร้างโปรแกรมทางเดินตัดตกร่อง
   - 3.4 สร้างโปรแกรมทางเดินกลึงเกลียว M28 x 1.5

ข้อเสนอแนะ

- ใช้ขนาดเครื่องมือตัด เม็ดมีด Insert ขนาดด้ามมีด จากใบข้อมูลทางเทคนิคที่ผู้สอนจัดเตรียมให้

เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน : 1 ชั่วโมง

ใบเตรียมปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8.3

วิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ **รหัสวิชา** 3102 - 2005

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินงานกลึง 3

Step	Toolpath	Tool	Holders
1	- Face	*Insert : Diamond 55°*	*Style : L*
		IC Dia./Length =	ขนาด b (A) =
		Thickness =	ขนาด L_1 (B) =
		Conner Radius =	ขนาด L_2 (C) =
		Relief Angle =	ขนาด f (D) =
2	- Rough (OD)	*Insert : Diamond 55°*	*Style : L*
		IC Dia./Length =	ขนาด b (A) =
		Thickness =	ขนาด L_1 (B) =
		Conner Radius =	ขนาด L_2 (C) =
		Relief Angle =	ขนาด f (D) =
3	- Groove	*Insert : Single. Square W4*	*Style : Ex. Right H*
		ความลึกร่อง =	ขนาด b (A) =
		ขนาด S =	ขนาด L_1 (B) =
		รัศมีมุมมีด =	ขนาด L_2 (C) =
4	- Thread	*Insert : Metric 60°*	*Style : Straight*
		IC Dia./Length =	ขนาด b (A) =
		Conner Radius =	ขนาด L_1 (B) =
			ขนาด L_2 (C) =
			ขนาด f (D) =

ข้อมูลทางเทคนิค

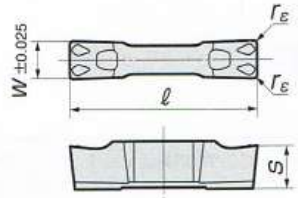
Tool Type : Inserts **Material** : Carbide

รูปทรง	ISO	ความยาวคมตัด	วงกลมภายใน
C80°	06	6.4	6.35
	08	8.0	7.94
	09	9.7	9.525
	12	12.9	12.70
	16	16.1	15.875
	19	19.3	19.05
D55°	07	7.7	6.35
	11	11.6	9.525
	15	15.5	12.70
	19	19.4	15.875
V35°	09	9.7	5.56
	11	11.1	6.35
	16	16.6	9.525

ISO	ความหนา (mm)
01	1.59
02	2.38
T2	2.78
03	3.18
T3	3.97
04	4.76
06	6.35

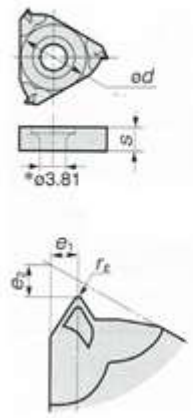
ISO	จัดมุมแหลม (mm)
00	Sharp Point
01	0.1
015	0.15
018	0.18
02	0.2
04	0.4
08	0.8

เม็ดมีดกลึงเซาะร่องผิวนอก



ขนาด (มม.)			
W	ℓ	s	r_ε
3.00	20	4.64	0.2
3.00	20	4.64	0.4
4.00	20	4.50	0.2
4.00	20	4.50	0.4
5.00	20	4.50	0.2
5.00	20	4.50	0.4
6.00	20	4.50	0.2
6.00	20	4.50	0.4

เม็ดมีดสำหรับกลึงเกลียว Metric 60°



ประเภท	ระยะ Pitch		ขนาด (มม.)				
	mm	TPI	r_ε	e_1	e_2	ød	s
เกลียวระบบเมตริก ISO 60°	1.00	—	0.13	0.8	1.2	9.525	3.65
	1.25	—	0.17	0.8	1.2	9.525	3.65
	1.50	—	0.20	1.0	1.2	9.525	3.65
	1.75	—	0.24	1.2	1.2	9.525	3.65
	2.00	—	0.27	1.4	1.2	9.525	3.65
	2.50	—	0.35	1.4	1.2	9.525	3.65
	3.00	—	0.42	1.8	1.2	9.525	3.65
	3.50	—	0.49	2.5	1.7	12.70	4.60
	4.00	—	0.56	2.5	1.7	12.70	4.60

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

Tool Type : เงื่อนไขการตัดแนะนำสำหรับเม็ดมีดคาร์ไบด์

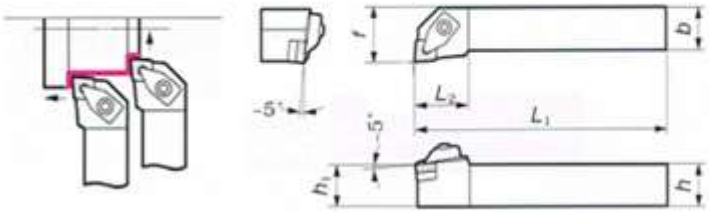
Free Cutting Steel		เหล็ก คาร์บอน		สเตนเลส สตีล		อลูมิเนียม, Brass		ทองเหลือง	
v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)	v_c(m/min)	f(mm/rev)
50-200	0.02~0.15	50-200	0.02~0.1	*50-200	*0.02~0.1			70-300	0.05~0.2
50-150	0.01~0.1	50-150	0.01~0.08	*50-150	*0.01~0.05	70-300	0.05~0.2	70-300	0.05~0.2
50-150	0.02~0.15	50-150	0.02~0.1	50-150	0.02~0.1	70-300	0.05~0.2	70-300	0.05~0.2
150-250	0.1~0.3	150-200	0.1~0.3	150-200	0.1~0.3				
						70-300	0.02~0.1	70-300	0.02~0.1
						70-300	0.02~0.1	70-300	0.02~0.1

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

ข้อมูลทางเทคนิค

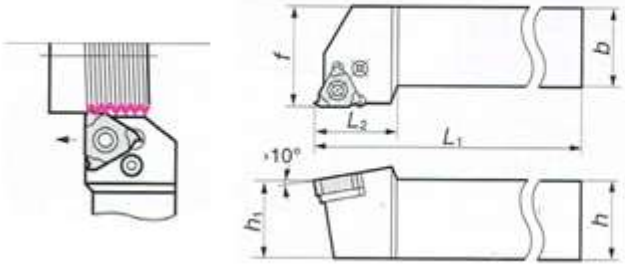
Tool Type : Holder **Material** :

ด้ามมีดงานกลึงทั่วไปและการปาดหน้า



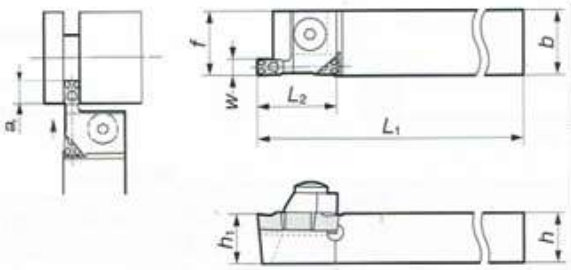
ขนาด (มม.)					
h	b	L_1	f	h_1	L_2
20	20	125	25	20	32
25	25	150	32	25	32
25	25	150	32	25	32
32	32	170	40	32	32

ด้ามมีดงานกลึงเกลียวนอก



ขนาด (มม.)					
h	b	L_1	f	h_1	L_2
20	20	125	25	20	25
25	25	150	32	25	25
25	25	150	32	25	28
32	32	170	40	32	28

ด้ามมีดเซาะร่องผิวนอก



ขนาดด้ามมีด (มม.)						เซาะร่องกว้าง (มม.)	ความลึกของร่องสูงสุด a_r (มม.)
h	b	L_1	f	h_1	L_2	w	
10	16	120	15.7	10	19.5	3.0	6.2
12	16	120	15.7	12	19.5		
16	16	120	15.7	16	22.0		8.0
20	20	120	19.7	20	22.0		
10	16	120	15.7*	10	19.5	4.0 5.0	6.2
12	16	120	15.7*	12	19.5		
16	16	120	15.7*	16	22.0		8.0
20	20	120	19.7*	20	22.0		
10	20	120	19.7	10	19.5	6.0	6.2
12	20	120	19.7	12	19.5		
16	20	120	19.7	16	22.0		8.0
20	20	120	19.7	20	22.0		

ที่มา : Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย) จำกัด

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ 8.3

ชื่อวิชา : ออกแบบและผลิตด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ชื่อหน่วย : การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

ชื่องาน : งานสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง 3

หน่วยที่ 8
สอนครั้งที่ 2
จำนวน 5 ชั่วโมง
จำนวน 1 ชั่วโมง

ข้อที่	รายการประเมิน	ดีมาก (10)	ดี (7)	พอใช้ (5)	ปรับปรุง (3)
1	เขียนภาพชิ้นงานกลึง 2 มิติ				
2	ความสมบูรณ์ของใบเตรียมปฏิบัติงาน				
3	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงปาดหน้า				
4	สร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงตกร่อง				
5	สร้างโปรแกรมทางเดินกลึงเกลียว				
6	ปฏิบัติงานเสร็จภายในเวลาที่กำหนด				
7	ปฏิบัติงานด้วยความรอบครอบ				
8	ปฏิบัติงานด้วยความประณีต				

คะแนนเต็ม 80 คะแนน **รวมคะแนนที่ได้** ..... **คะแนน** **คิดเป็นร้อยละ** .....

เกณฑ์การให้คะแนน ข้อที่ 1-5

ดีมาก	ปฏิบัติงานถูกต้อง ด้วยตัวเอง
ดี	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยเพื่อนให้ความช่วยเหลือ
พอใช้	ปฏิบัติงานถูกต้อง โดยผู้สอนให้ความช่วยเหลือ
ปรับปรุง	ปฏิบัติงานไม่ถูกต้อง

เกณฑ์การประเมิน

ได้ร้อยละ 80 – 100	**ดีมาก**
70 – 79	**ดี**
60 – 69	**พอใช้**
50 – 59	**ต้องปรับปรุง**
น้อยกว่า 50	**ต่ำกว่าเกณฑ์**

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้สอน

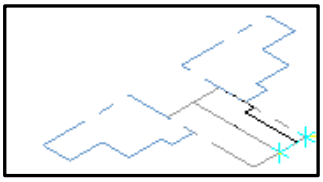
แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 8 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบโดยเลือกคำตอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

1. เพราะเหตุใดการเขียนภาพชิ้นงานกลึงจึงเขียนเพียงครึ่งเดียว

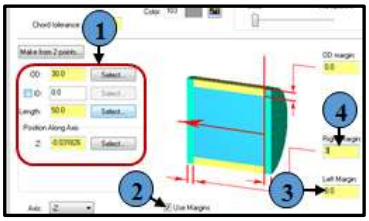
ก. ประหยัดเวลา
ข. เป็นไปตามมาตรฐาน
ค. ชิ้นงานมีลักษณะสมมาตร
ง. โปรแกรมรองรับภาพเพียงครึ่งเดียว

2. มุมมองของภาพที่แสดงอยู่เกิดจากการเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติที่มุมมองตามข้อใด



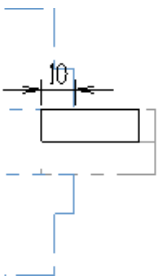
ก. Front
ข. Top
ค. Right
ง. Isometric

3. ขนาดความยาวและความโตชิ้นงานกลึงตั้งค่าที่ช่องตามหมายเลขใด



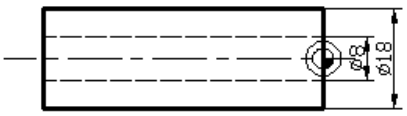
ก. 1
ข. 2
ค. 3
ง. 4

4. ระยะจับงานด้วยหัวจับดังภาพ ตั้งค่าการจับงาน 10 มม. ที่ข้อใดต่อไปนี้



ก. Length
ข. Right Spindle
ค. Left Spindle
ง. Grip Length

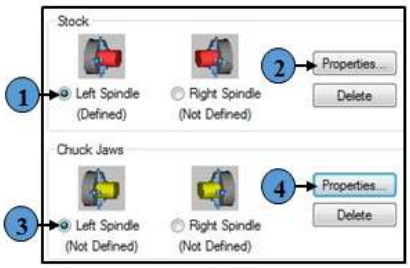
5. ต้องการกลึงตัดชิ้นงานตังภาพการตั้งค่า X Tangent Point ตามข้อใดถูกต้องที่สุด



ก. 3 ข. 5

ค. 8 ง. 9

6. การจัดการเกี่ยวกับการตั้งค่าชิ้นงานกลึงต้องคลิกหมายเลขตามข้อใด



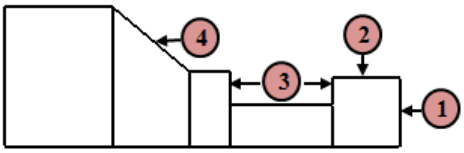
ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

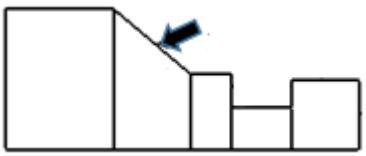
7. ต้องการกลึงบริเวณหมายเลข 2 ต้องเลือกสร้างโปรแกรมทางเดินตัดตามข้อใด



ก. Face ข. Cutoff

ค. Groove ง. Rough

8. จากภาพต้องการกลึงบริเวณที่ลูกศรชี้ต้องเลือก Toolpath ตามข้อใด



ก. Face ข. Rough

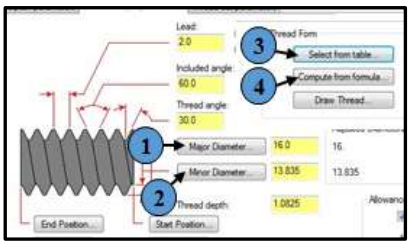
ค. Groove ง. Cutoff

9. การกลึงปอกหยาบควรตั้งค่า Stock to leave ตามข้อใด

ก. Stock to leave in X = 0.002 ข. Stock to leave in Z = 0.015

ค. Stock to leave in X = 0.005 ง. Stock to leave in X= 0.5 Z = 0.5

10. หมายเลขใดใช้เลือกขนาดเกลียวจากตารางเพื่อตั้งค่าการสร้างโปรแกรมทางเดินตัดกลึงเกลียว



ก. หมายเลข 1 ข. หมายเลข 2

ค. หมายเลข 3 ง. หมายเลข 4

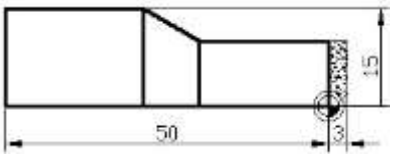
เฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทหน่วยที่ 8.2
เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง คะแนนเต็ม 8 คะแนน

1. เพราะเหตุผลใดการเขียนภาพหน้าตัด 2 มิติ ชิ้นงานกลึงจึงเขียนเพียงครึ่งเดียว (1 คะแนน)

   …**เพราะรูปร่างชิ้นงานสมมาตร**……

2. จากภาพชิ้นงานกลึงต้องทำการเผื่อความยาวชิ้นงานที่คำสั่งใด (1 คะแนน)



☑ Right Margins

☐ Left Margins

3. การสร้างโปรแกรมทางเดินกัดงานกลึงปาดหน้าหากตั้งค่า Overcut amount = -2 หมายความว่า (1 คะแนน)

   ……กลึงปาดหน้าเลยจุดศูนย์กลางไปทิศทาง X ลบ 2 มม……

4. การเผื่อความยาวเพื่อกลึงปาดหน้าข้อใดดำเนินการถูกต้อง (1 คะแนน)

   ก. เขียนเพิ่มในขั้นตอนการเขียนภาพชิ้นงาน

   (ข.) คลิกเลือก Use Magin ในขั้นตอนการทำ Stock setup

5. จงบอกความหมายการตั้งค่าโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึงต่อไปนี้ (4 คะแนน)

…**D**…5.1 Retract amount	A. จำนวนเที่ยวการกลึง
…**C**…5.2 Depth of cut	B. พิกัดตำแหน่งที่จะทำการเจาะ
…**A**…5.3 Number of finish passes	C. ความลึกป้อนกลึงแต่ละเที่ยว
…**B**…5.3 Drill point	D. ระยะถอยมีดออกจากงาน
	E. ระยะเผื่อเนื้อวัสดุ

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 8 เรื่อง การสร้างโปรแกรมทางเดินตัดงานกลึง

---

1. ค
2. ข
3. ก
4. ง
5. ก
6. ก
7. ง
8. ข
9. ง
10. ค

ภาคผนวก

ข้อแนะนำการใช้สื่อโสตทัศน์ประกอบการสอน

1. การเตรียมอุปกรณ์ในการใช้สื่อโสตทัศน์

- เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows XP ที่ติดตั้งโปรแกรม Microsoft Office
- เครื่องฉายโปรเจคเตอร์ ที่มีความสว่างไม่น้อยกว่า 3,000 Lumens ความละเอียดอย่างน้อย 800 x 600 (SVGA)
- สื่อการสอน (Power Point) ประจำหน่วย จัดทำโดย นายศักดิ์ดา สิมเสมอ วิทยาลัยเทคนิคพะเยา
- เชื่อมต่อระบบเครือข่ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

2. วิธีใช้สื่อ Power Point

ปุ่มปฏิบัติการ	ปฏิบัติการ
	คลิกปุ่มขวานำเสนอข้อความ
	ปุ่มเชื่อมโยงเว็บไซต์การนำเข้าสู่บทเรียนและศึกษาเพิ่มเติม
	กลับหน้าหลัก
	นำเสนอภาพนิ่งก่อนหน้า
	นำเสนอภาพนิ่งถัดไป
	สิ้นสุดการนำเสนอภาพนิ่ง

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และ หากนักเรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ-นามสกุล	พฤติกรรม																				รวม
		ความสนใจ				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น				ทำงานตามที่มอบหมาย				
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

ดีมาก = 4 สนใจฟัง ตั้งใจเรียน ร่วมกิจกรรม ส่งงานครบตามเวลา

ดี = 3 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 70%

ปานกลาง = 2 พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ 50%

ปรับปรุง = 1 ร่วมกิจกรรมน้อยมาก ส่งงานไม่ครบไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิลผล

≥ 80 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ดีมาก

60 - 79 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ดี

50 - 59 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ปานกลาง

< 50 หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ต้องปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้สังเกต

(.....)

แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และ หากนักศึกษามีคุณลักษณะ/พฤติกรรมบ่งชี้นั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ-นามสกุล	คุณลักษณะ/พฤติกรรมบ่งชี้					
		เข้าเรียนตรงต่อเวลา	ปฏิบัติตามกฎระเบียบ ข้อตกลง	มีความพร้อมในการเรียนการปฏิบัติงาน	มีความสนใจใฝ่รู้	มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น	รวม
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							

เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณลักษณะ ดังนี้

ระดับคุณลักษณะ 3 หมายถึง ดีเยี่ยม

ระดับคุณลักษณะ 2 หมายถึง ดี

ระดับคุณลักษณะ 1 หมายถึง พอใช้

ระดับคุณลักษณะ 0 หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมิลผล

2.5 - 3.0 หมายถึง ระดับคุณลักษณะดีเยี่ยม

1.5 - 2.4 หมายถึง ระดับคุณลักษณะดี

1.0 - 1.4 หมายถึง ระดับคุณลักษณะปานกลาง

0 - 0.9 หมายถึง ระดับคุณลักษณะต้องปรับปรุง

ลงชื่อ .....ผู้ประเมิน

(.....)

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

การใช้คำสั่ง Auto Cursor และ Undelete ในโปรแกรม MasterCAM. (ม.ป.ป.).
สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=63_fcgto4e0

ขนาดดอกนำเจาะ. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 8 กุมภาพันธ์ 2563,
จาก http://www.chaiex.com/product/1423159/center-drills-type-jis-1-material:-skh51.html

เครื่องมือตัด. (ม.ป.ป.). ฉะเชิงเทรา: บริษัท Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย).

ชุติพนธ์ สวิง. (2554). **คู่มือ Auto cad 2D / 3D.** ลำปาง: สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค 10.

บริษัท ศราวุฒิแมชชีเนอรี่. (ม.ป.ป.). **Type 3-Jaw Self – Centering Chuck**.
สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2559, จาก http://www.sarawootmachinery.com

บริษัท Sumitomo Electric Hard metal (ประเทศไทย). (ม.ป.ป.). จำกัด. **ดอกกัด GSX Mill.**
สืบค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2559, จาก http://www.sumitool.com/th/downloads/cutting-tools/endmills

บริษัท ทรูเทค แมชชินเนอรี่ จำกัด. (ม.ป.ป.). **เครื่องมือช่างในโรงงานอุตสาหกรรม.**
สืบค้นเมื่อ 6 กุมภาพันธ์ 2563,
จาก https://www.truetechmachinery.com/index.php?url=product_all&id=329&ownerid=44&ownerme mid=185

วีดีทัศน์งานกัด Mastercam X4 Mill. (2552). สมุทรปราการ: บริษัท คูลซอฟท์ จำกัด.

วีดีทัศน์งานกลึง Mastercam X4 Lathe. (2552). สมุทรปราการ: บริษัท คูลซอฟท์ จำกัด.

วิธีทำแคมด้วยมาสเตอร์แคม. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 27 มกราคม 2563,
จาก https://www.youtube.com/watch?v=Dn21nYfyEko

สมเกรียติ เคนพาพงศ์ และอิทธิพร ประไพวรรณ์กุล. (2552). **คู่มือการใช้งานโปรแกรม Master Cam V9**. ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (องครักษ์).

สมนึก บุญพาไหว. (2556). **CAD/CAM/CAE/CNC กับอุตสาหกรรมการผลิต.**
สืบค้นเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2559, จาก http://design.ipst.ac.th/docu/photo/D009.pdf

สุภาพ รอดละมูล. (2550). **เอกสารประกอบการสอนวิชาแคดแคม.** เชียงใหม่:
วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่:

สำนักพิมพ์หมาวิทยาลัยนเรศวร. (ม.ป.ป.). **วิธีการเขียนบรรณานุกรม รูปแบบ APA 6 ในงานวิชาการ**. สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ 2563, จาก http://www.nupress.grad.nu.ac.th

หนังสือคู่มืองาน Milling Step by Step. (2552). สมุทรปราการ: บริษัท คูลซอฟท์ จำกัด.

เอกสารประกอบการฝึกอบรม Master Cam X4. (2552). สมุทรปราการ: บริษัท คูลซอฟท์ จำกัด.

Create solid and toolpath 2d using mastercam x5. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=cU8dDCGPJkQ

Mastercam X9. (2558). สมุทรปราการ: บรษัท ลีดซอฟท์ จำกัด.

Mastercam X5 Tutorial 2 for beginners creating the 2D drawing. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=vEX70wKTEo8

Mastercam X5 Tutorial 1 Milling. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=IzJ8UJRLgKw

Mastercam Training. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=_jF2L6lAXsc

Mastercam Tutorial Contour Path. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=NZNN2-Ws_5U

Mastercam Tutorial For Beginner - 3D Drawing. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=4y_uzUpV-J8

Mastercam Basics Part 5 – Solid Modeling. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=5UAyhQ1m5js

Mastercam Milling. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=uSoHnv-wmsI

Mastercam - 2D For beginners : Tutorial Pocket 2D. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=rUttoeKyk9U

MASTERCAM X5 - text project surface using project 3d toolpath. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 21 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=JH7oTCqE5ok

Mastercam Toolpath : Surface Toolpath Contour 3D. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 17 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=KlC9zfpU4Lk

Mastercam Toolpath Contour 3D. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=nQG3q24Cioo

Master CAM Lathe Tutorial - Step by step. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=UjANc2klRH8

Mastercam - Lathe Problem 1. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 18 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=Xa9KlKzGpkk

TFM - Mastercam Surface & Solid Modeling Preview. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2563, จาก https://www.youtube.com/watch?v=r3Lm7JrRhDc