เอกสารประกอบการฝึก

เทคโนโลยีชั้นสูง
ADVANCED TECHNOLOGY

หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ

ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1

กลุ่มอาชีพ
ช่างอุตสาหการ

CNC Milling Operation Basic Course

กพร.4/2556

สำนักพัฒนาผู้ฝึกและเทคโนโลยีการฝึก

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

คำนำ

การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วซึ่งครอบคลุมทั้งด้านอุตสาหกรรมการผลิต การสื่อสารโทรคมนาคม การบริหารจัดการด้านโลจิสติกส์ ตลอดจนการนำเทคโนโลยีมาใช้ในภาคบริการ ทำให้กรมพัฒนาฝีมือแรงงานต้องพัฒนาหลักสูตรการฝึกเทคโนโลยีชั้นสูงเริ่มตั้งแต่ปีพ.ศ. ๒๕๕๓ จำนวน ๑๔ หลักสูตร และได้ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรการฝึกเทคโนโลยีชั้นสูงอย่างต่อเนื่องทุกปี ในปีพ.ศ. ๒๕๕๕ ได้จัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีชั้นสูง จำนวน ๖ แห่ง ในสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาค ๖ แห่ง และในปีพ.ศ. ๒๕๕๖ จะดำเนินการจัดตั้งศูนย์ฝึกอบรมเทคโนโลยีชั้นสูงขึ้นอีก ๖ แห่ง ในสถาบันพัฒนาฝีมือแรงงานภาคส่วนที่เหลือ

กรมพัฒนาฝีมือแรงงานพิจารณาเห็นว่าหลักสูตรการฝึกเทคโนโลยีชั้นสูงยังไม่เพียงพอ ที่จะทำให้การฝึกอบรมมีคุณภาพ จึงได้มอบหมายให้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดทำเอกสารประกอบการฝึก จำนวน ๑๔ ฉบับ เพื่อให้วิทยากรใช้เป็นแนวทางในการฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีชั้นสูง ซึ่งจัดทำเมื่อปีพ.ศ.๒๕๕๓ จำนวน ๑๔ หลักสูตร ซึ่งช่วยให้การฝึกอบรมมีคุณภาพและได้มาตรฐานเดียวกัน ทั้งประเทศ ด้วยความคาดหวังว่าผู้ผ่านการฝึกในหลักสูตรนี้จะได้รับความรู้ ประสบการณ์ และทักษะ อย่างมีคุณภาพตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและตามความต้องการของตลาดแรงงาน ตลอดจนเป็นการเตรียมกำลังแรงงานของประเทศรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี ๒๕๕๘

กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารประกอบการฝึกชุดนี้จะทำให้การฝึกอบรมหลักสูตรเทคโนโลยีชั้นสูง ดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุดต่อการพัฒนาฝีมือแรงงานต่อไป

(นายนคร ศิลปอาชา)
อธิบดีกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
ธันวาคม ๒๕๕๕

สารบัญ

	หน้า
เครื่องกัด CNC 1	1
1. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของเครื่องกัดCNC	2
2. ความหมาย ระบบการทำงานของเครื่องกัด CNC	4
3. ส่วนประกอบของเครื่องกัด CNC	5
4. ระบบการขับเคลื่อนของแกน	10
5. การบำรุงรักษาเครื่องกัด CNC	13
มีดกัด CNC 1	35
1.ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมีดกัด	36
2.การเลือกใช้งานมีดกัด	43
การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1	80
1. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานของแกนการเคลื่อนที่	81
2. การอ้างอิงขนาด (ระบบ Absolute และ Increment)	86
3. วิธีการหาจุด Co-Ordinate โดยใช้ทฤษฎีจัตุรัสบนสามเหลี่ยมมุมฉาก (พิทากอรัส) และฟังค์ชั่นตรีโกณมิติ	89
4. รหัสและคำสั่งควบคุมต่าง ๆ ในงานกัด CNC (A-Z)	92
5. รายละเอียดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งพื้นฐาน G (G Function)	100
6. รายละเอียดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งพื้นฐาน M (M Function)	114
7. การเขียนโปรแกรม	119
8. การวางแผนลำดับขั้นตอนการเขียนโปรแกรมงานกัด CNC	121
การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1	167

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเตรียมการสอน (ทฤษฎี)**	
		หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1	
		รหัสวิชา 0920921101	
		หัวข้อที่ 1-5	**เวลา 3 ชั่วโมง**

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถ

1. อธิบายความหมาย ส่วนประกอบ ระบบการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
2. อธิบายระบบการขับเคลื่อนของแกนเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
3. บำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ก่อนและหลังการใช้

วิธีการสอน : บรรยาย ถาม – ตอบ

หัวข้อสำคัญ :

1. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
2. ความหมาย ระบบการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
3. ส่วนประกอบของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
4. ระบบการขับเคลื่อนของแกน
5. การบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

อุปกรณ์ช่วยฝึก : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

การมอบหมายงาน :

1. ใบทดสอบ เรื่อง เครื่องกัด CNC1

การวัดและประเมินผล :

1. ใบทดสอบ/ใบเฉลยใบทดสอบ เรื่อง เครื่องกัด CNC1

หนังสืออ้างอิง :

1. เชาวลิต ถาวรสิน. **เทคนิคการเขียนโปรแกรม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
2. เชาวลิต ถาวรสิน. **คู่มือปฏิบัติงานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี.** ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ : 2550.
3. สวงค์ เจริญวงษ์. **พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซี.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
4. **ชุดสื่อการเรียนการสอน (IMP) งานกัด CNC.** ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
5. **Mechanical Manual MAZAK FJV 250.**

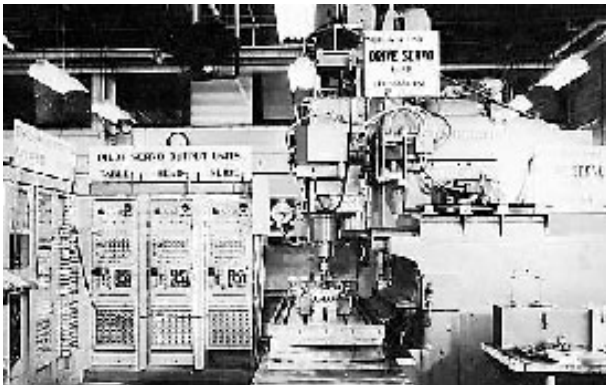
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 1.1**

1. ความรู้เกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของเครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC Milling)

1.1 ประวัติของเครื่องจักรกลเอ็นซี

ได้มีการใช้ระบบตัวเลข (Number) มาใช้ในการการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล เมื่อปี พ.ศ. 2268 (ค.ศ. 1725) ในประเทศอังกฤษ โดยใช้แผ่นกระดาษเจาะเป็นรู (Punched Card) ในการควบคุมการตัดแบบเสื้อผ้า และต่อมา ในปี พ.ศ. 2469 (ค.ศ. 1926) ชาวสวิสเซอร์แลนด์ ได้ใช้กระดาษเจาะรูเป็นสื่อในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ และควบคุมความเร็วของเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

จุดเริ่มต้นของการนำเครื่องจักรกลเอ็นซี (NC ย่อจาก Numerical Control) มาใช้ในการควบคุมเครื่อง - จักรกลเพื่อการผลิต (Machine Tool) เริ่มจากปี พ.ศ. 2491 (ค.ศ. 1948) จากความต้องการของกองทัพอวกาศสหรัฐอเมริกา ในการใช้เครื่องกัด (Milling Machine) 3 แกน ผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินที่มี ความแม่นยำ ความสม่ำเสมอและรวดเร็ว ในปีนั้นเองนักวิทยาศาสตร์ในสถาบัน MIT (Massachusetts Institute of Technology) ได้ริเริ่มทำโครงการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนโครงการจากกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา (U.S. Air Force) จนกระทั่งปี พ.ศ. 2495 (ค.ศ. 1952) เครื่องกัดเอ็นซี เครื่องแรกที่พัฒนาโดยทีมนักวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีแมสเสชูเสท (MIT) ได้รับการทดสอบการใช้งาน จนได้เครื่องจักรกลระบบเอ็นซีเครื่องแรก คือ CINCINNATIC HYDROTEL VERTICAL-SPINDLE MACHINE และนำออกใช้งานในปี ค.ศ. 1957 ต่อมาได้รับคำสั่งซื้อและผลิตให้แก่กองทัพอากาศสหรัฐอเมริกาเครื่องกัดเอ็นซี จำนวน 100 เครื่อง



เครื่องจักรกลระบบเอ็นซีเครื่องแรกของโลก

เครื่องจักรกลเอ็นซี มีชุดควบคุมเครื่องจักร (Machine Control Unit หรือ MCU) สำหรับอ่านข้อมูลหรือโปรแกรมจากแผ่นเทปกระดาษเจาะรู (Punch Tape) และควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้นทุกครั้งที่ต้องการผลิตชิ้นงานแต่ละชิ้น จึงต้องป้อนแผ่นเทปใหม่ทุกครั้ง (Reload)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 1.2**

1.2 ประวัติของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ในปี พ.ศ. 2509 (ค.ศ. 1966) ได้เริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์ มาใช้สั่งโปรแกรมไปที่ชุด MCU ของเครื่องกัดเอ็นซี โดยผ่านสายโทรศัพท์ ซึ่งมีระยะห่างกันประมาณ 100 เมตร หลักการนี้เรียกว่า ดีเอ็นซี DNC หรือ Direct Numerical Control โดยคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่อง สามารถใช้ได้กับเครื่องกัดเอ็นซีได้หลายเครื่องและหลายประเภท

เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC หรือ Computer Numerical Control) เครื่องแรกได้มีการแนะนำตัวในปี พ.ศ. 2519 (ค.ศ. 1976) โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในชุดควบคุม (Controller) ติดตั้งบนเครื่อง ทำให้สามารถจัดเก็บโปรแกรมได้จำนวนมาก สามารถแก้ไขและดัดแปลงโปรแกรมได้ ทำให้เรียกโปรแกรมใช้ได้ทันที ไม่ต้องป้อนซ้ำ (Reload) เมื่อต้องการกัดชิ้นงานใหม่ เพราะมีหน่วยความจำในชุดควบคุม

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) เป็นเครื่องจักรกลการผลิต ที่เข้ามาทดแทนเครื่องกัดธรรมดาที่ใช้มนุษย์ควบคุม โดยเฉพาะงานที่ซับซ้อน ต้องการความเที่ยงตรงสูง และมีความต้องการชิ้นงานอย่างเร่งด่วน

ภาพแสดงเครื่องกัดซีเอ็นซี MAZAK FJV 250

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 2.1**

2. ความหมาย ระบบการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

2.1 ความหมายของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC Machine)

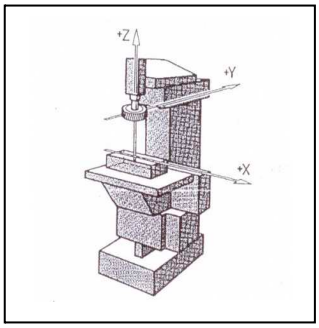
Computer : คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

Numerical : ตัวเลข 0 ถึง 9 และตัวอักษร A ถึง Zและสัญลักษณ์อื่นๆ เช่น +, -

Control : ระบบควบคุม

C + N + C ⇨ ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วยตัวเลข และตัวอักษร โดยมีคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการและประมวลผลข้อมูล

+



CNC + Machine ⇨ CNC Milling Machine

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) คือ เครื่องกัดที่ควบคุมการทำงานด้วยระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC System)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 3.1**

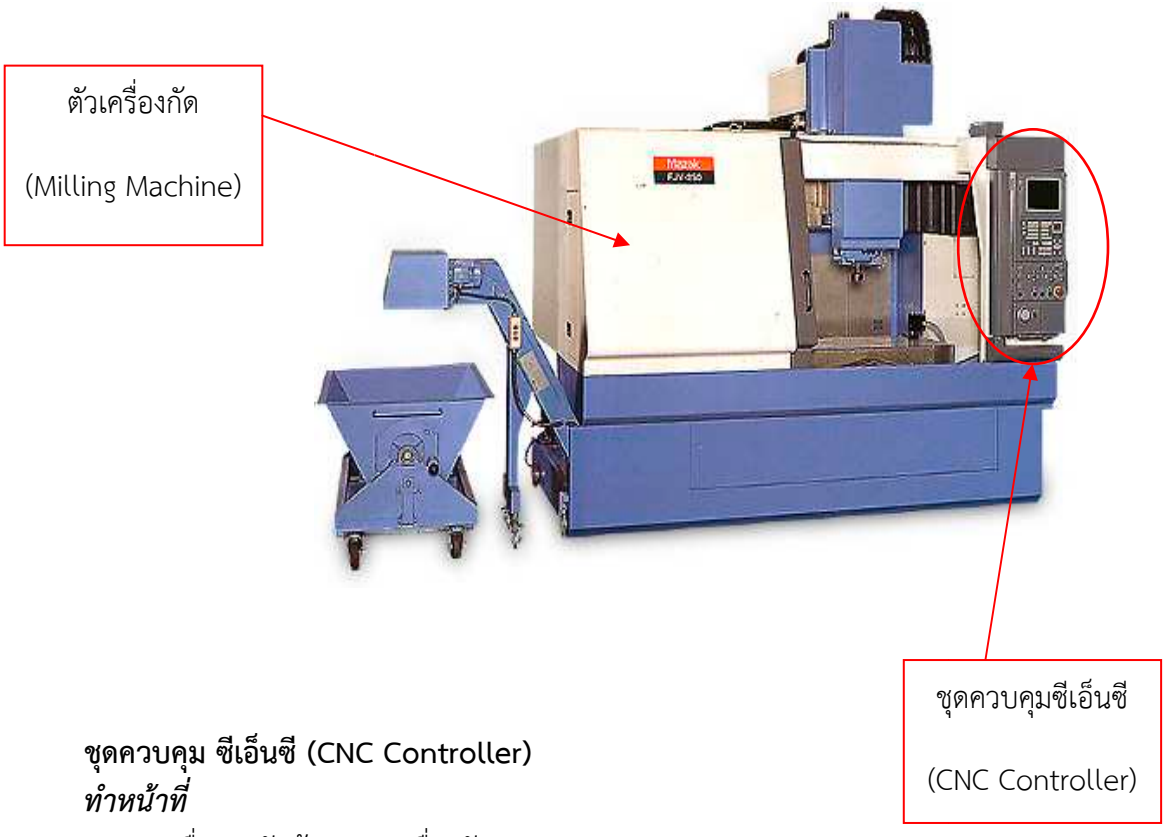
3. ส่วนประกอบของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

3.1 **โครงสร้างของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)**

ประกอบด้วยโครงสร้างหลัก ๆ 2 ส่วน

1) ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller)

2) ตัวเครื่องกัด (Milling Machine)



ชุดควบคุม ซีเอ็นซี (CNC Controller)

ทำหน้าที่

- สื่อสารกับผู้ควบคุมเครื่องกัด
- ประมวลผลข้อมูล
- สื่อสาร/ควบคุม การทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

ตัวเครื่องกัด (Milling Machine)

ทำหน้าที่

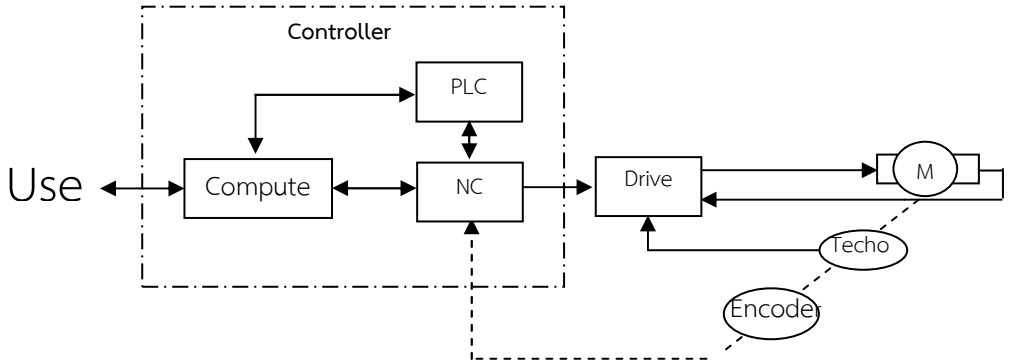
- สื่อสารกับชุดควบคุมซีเอ็นซี
- ทำงาน/เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามคำสั่งของชุดควบคุมซีเอ็นซี

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 3.1**

1) ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller)

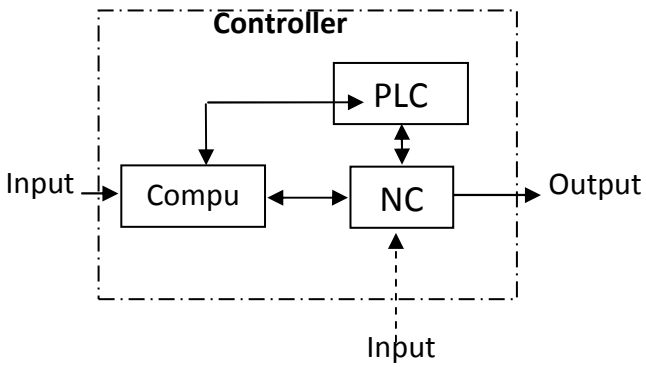
เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บโปรแกรม และแก้ไขดัดแปลงโปรแกรม สามารถเรียกโปรแกรมมาใช้ได้ทันที คอมพิวเตอร์จะเข้าใจโปรแกรมที่ป้อนเข้าไป และควบคุมการทำงานให้เครื่องกัด (Milling Machine) ทำงานตามคำสั่ง (โปรแกรม) ได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำ

ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller)



ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller) แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนสำคัญ

1) คอมพิวเตอร์ (Computer)
2) ชุดควบคุมเชิงตัวเลข (NC : Numerical Control)
3) ชุดประมวลผล (Programmable Logical Control)



1) คอมพิวเตอร์ (Computer) ***ทำหน้าที่***

- สื่อสารกับผู้ใช้
  รับคำสั่ง
  แสดงสถานะในการทำงานต่าง ๆ
- สื่อสาร/ประมวลผลข้อมูลร่วมกับ PLC และ NC

2) ชุดควบคุมเชิงตัวเลข (NC : Numerical Control) ***ทำหน้าที่***

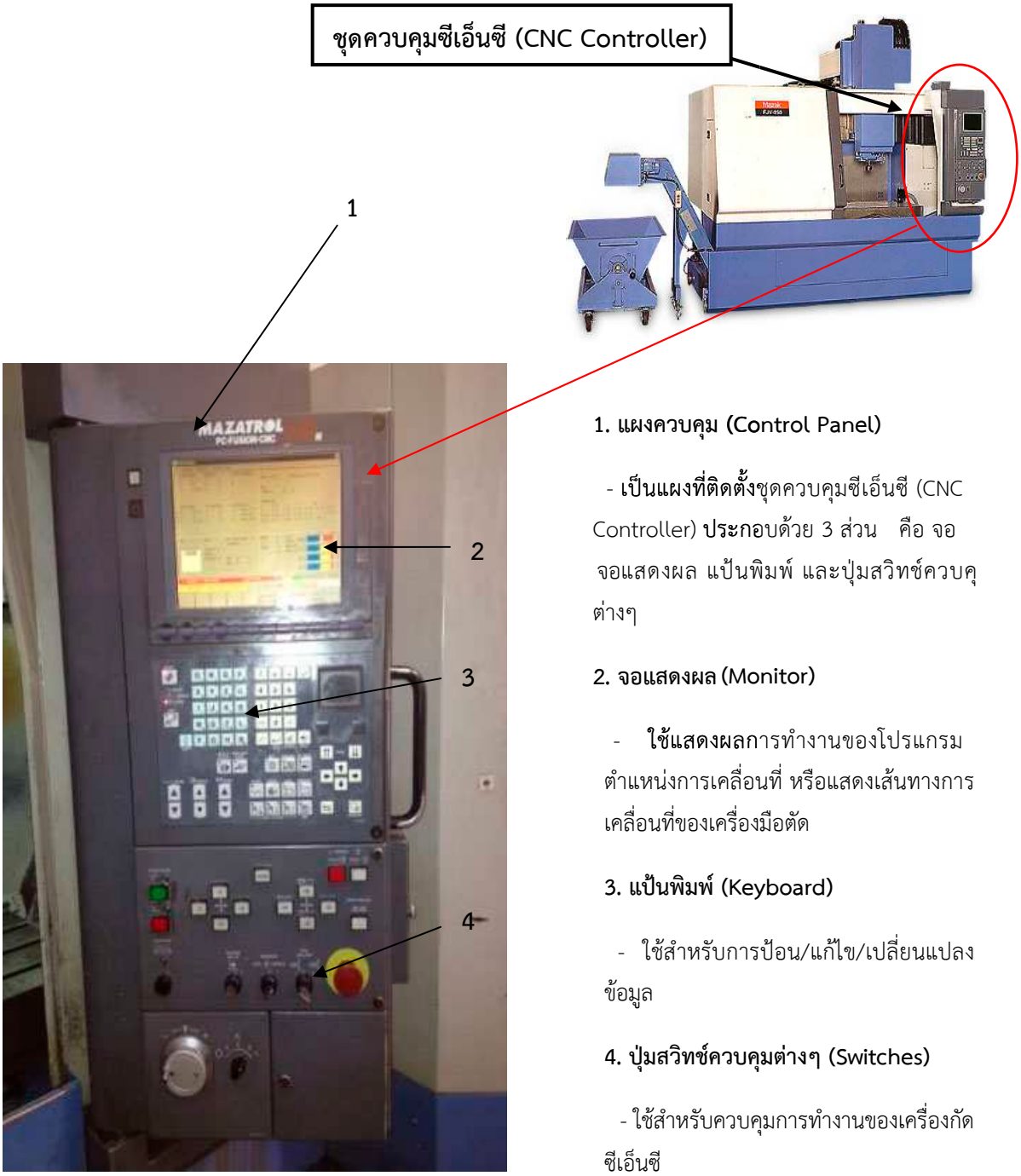
- สื่อสารกับชุด คอมพิวเตอร์ และชุด PLC
- คำนวณตำแหน่ง/จุด ระหว่างการเคลื่อนที่
- ควบคุมความเร็ว/ตำแหน่งของมอเตอร์

3) ชุดประมวลผล (Programmable Logical Control) ***ทำหน้าที่***

- ควบคุมขั้นตอนการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุด NC
- ควบคุมอุปกรณ์อินพุต (Input) / เอาพุต (Output)
- ตรวจสอบความพร้อม / แจ้งให้ชุด NC ทราบ
- ควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของมอเตอร์

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 3.1**

ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller) ทั่วไปจะติดตั้งไว้ที่ส่วนหน้าด้านซ้ายของเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยจะออกแบบให้เป็นส่วนควบคุมและแสดงผลให้ง่ายและสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงาน มีส่วนประกอบดังนี้



1. แผงควบคุม (Control Panel)

- **เป็นแผงที่ติดตั้ง**ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller) **ประกอบด้วย** 3 ส่วน คือ จอ จอแสดงผล แป้นพิมพ์ และปุ่มสวิทช์ควบคุมต่างๆ

2. จอแสดงผล (Monitor)

- **ใช้แสดงผล**การทำงานของโปรแกรม ตำแหน่งการเคลื่อนที่ หรือแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด

3. แป้นพิมพ์ (Keyboard)

- ใช้สำหรับการป้อน/แก้ไข/เปลี่ยนแปลงข้อมูล

4. ปุ่มสวิทช์ควบคุมต่างๆ (Switches)

- ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 3.1**

2) ตัวเครื่องกัด (Milling Machine)

ส่วนประกอบของเครื่องกัดซีเอ็นซี ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ก) เพลากัด (Mill Spindle)

ข) ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ (Tool changers)

ค) ระบบหล่อเย็น (Cooling System)

ง) โต๊ะงาน (Table)

ก) เพลากัด (Mill Spindle)

ทำหน้าที่

- จับยึดชุดมีดกัด
- ขับพาให้มีดกัดหมุน
- สามารถหมุนได้ 2 ทิศทาง คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ภาพแสดงเพลากัดของเครื่องกัดตั้งซีเอ็นซี

ข) ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ (Tool changers)

เรียกอีกอย่างว่า อุปกรณ์เปลี่ยนเครื่องมืออัตโนมัติ (ATC : Automatic Tool Changer) มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ แบบเทอเรทยึดเครื่องมือ(Tool Turrets) และแบบแม็กกาซีน (Tool Magazines)

ทำหน้าที่

- จับยึดเครื่องมือ (มีดกัด,ดอกสว่าน ฯลฯ)
- หมุนเปลี่ยนเครื่องมือตามที่กำหนดในโปรแกรมเอ็นซี

ภาพแสดงชุดเปลี่ยนเครื่องมือของเครื่องกัดตั้งซีเอ็นซี

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 3.1**

ค) ระบบการหล่อเย็น (Cooling System)

ระบบการหล่อเย็นประกอบด้วย ปั๊มสารหล่อเย็น ถังบรรจุสารหล่อเย็น และท่อฉีดสารหล่อเย็น

ทำหน้าที่

- ปั๊มสารหล่อเย็นจากถังเก็บสารหล่อเย็นเข้าสู่ท่อฉีดสารหล่อเย็น
- ระบายความร้อนออกจากมีดและชิ้นงาน
- ช่วยในการหล่อลื่นและการคายเศษโลหะ

การหล่อเย็น (Cooling)

การหล่อเย็นเป็นการระบายความร้อนที่เกิดจากกระบวนการตัดเฉือน ความร้อนเกิดจากการเสียดสีระหว่างระหว่างเครื่องมือตัด ชิ้นงาน และเศษโลหะที่เกิดจากการตัดเฉือน ความร้อนที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเกิดที่เศษการหล่อเย็นจะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการตัดเฉือนและช่วยพาเศษโลหะที่เกิดจากการตัดเฉือนออกไปจากพื้นที่ตัดเฉือน

ลักษณะการหล่อเย็น

- การหล่อเย็นด้วยน้ำมันหล่อเย็น (Cooling Oil)

ช่วยระบายความร้อนออกจากบริเวณที่เกิดการตัดเฉือน อัตราการระบายความร้อนดี ช่วยหล่อลื่นและลดความเสียดทาน พาเศษโลหะออกจากเครื่องมือตัดได้ดี แต่มีข้อเสียคือชิ้นงานเกิดสนิมได้ง่าย

- การหล่อเย็นด้วยน้ำมันตัด (Cutting Oil)

การหล่อเย็นด้วยน้ำมันตัดมีจุดเด่นที่ดี คือ ช่วยลดแรงเสียดทานระหว่างเครื่องมือตัด และชิ้นงานได้ดี คุณสมบัติเด่นของการหล่อเย็นด้วยน้ำมันตัดคือ ช่วยป้องกันสนิมที่เกิดกับชิ้นงานได้ดี และทำให้ชิ้นส่วนของเครื่องกัดซีเอ็นซีไม่เกิดสนิม

ภาพแสดงถังบรรุสารหล่อเย็นที่ส่วนฐานเครื่อง

ภาพแสดงการติดตั้งท่อฉีดสารหล่อเย็นที่ชุดเพลากัด

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 4.1**

ง) โต๊ะงาน (Table)

โต๊งานใช้สำหรับติดตั้งปากกา ฟิกเจอร์ หรือ จับยึดชิ้นงานโดยตรง โต๊ะงานบางประเภทผู้ผลิตออกแบบเป็นร่องตัวที (T-Slot) หรือบางชนิดออกแบบเป็นรูต๊าปเกลียว

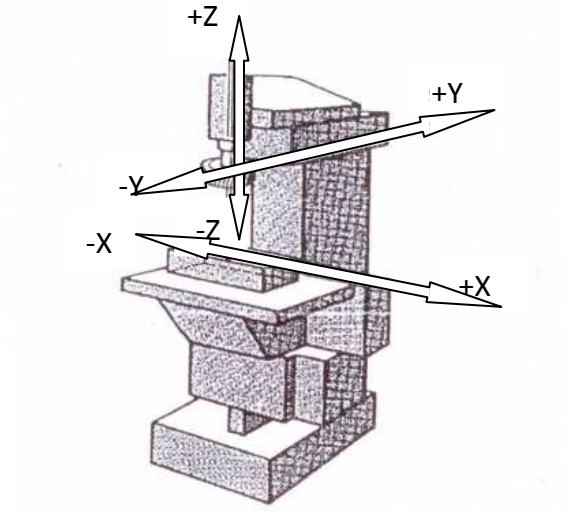
โต๊ะงาน สามารถเลื่อนได้ทั้งแนวแกน X และแนวแกน Y ด้วยชุดบอลสกรู และสามารถเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงให้ตรงตำแหน่งตามคำสั่ง ด้วยอุปกรณ์วัดตำแหน่ง (Measuring Device)

ภาพแสดงโต๊ะงานที่ใช้ร่องตัวที และโต๊ะงานที่ใช้รูเกลียวในการจับยึดปากกาจับงาน ฟิกเจอร์ หรือชิ้นงาน

4. ระบบการขับเคลื่อนของแกน

4.1 แนวแกนป้อน

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) มีแกนหลัก 3 แกน คือ แกน X แกน Y และแกน Z เป็นแนวการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ ของเครื่องกัด เช่น เครื่องมือตัด (Tool) และโต๊ะงาน (Table)



เครื่องกัดซีเอ็นซี ชนิดกัดตั้ง มีแนวแกนแสดงการทำงานดังนี้

- แนวแกน X และแนวแกน Y แทนการเคลื่อนที่ของ โต๊ะงาน (Table) โดยชิ้นงานจะถูกติดตั้งบนโต๊ะงาน
- แนวแกน Z แทนการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด (Tool)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 4.2**

4.2 ระบบการขับป้อน

ทำหน้าที่

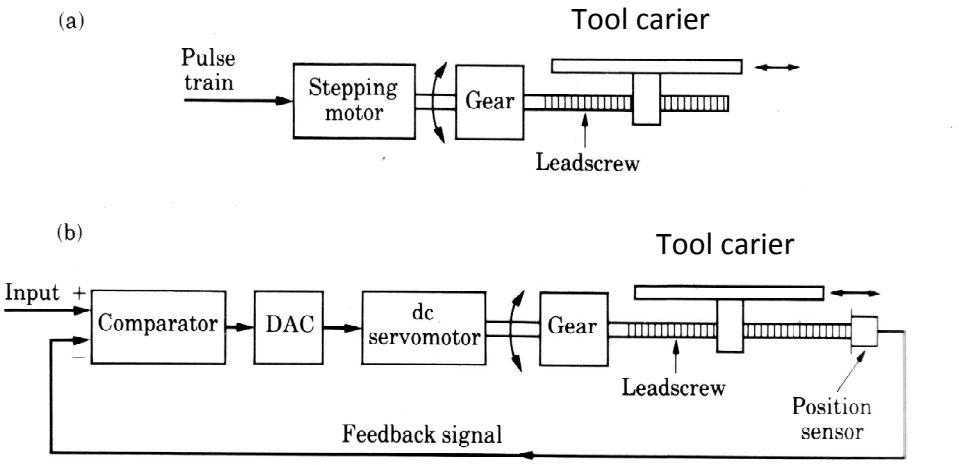
- พาให้โต๊ะงาน (Table) เคลื่อนที่ไปในแนวแกน X และ Y
- พาให้แท่นชุดหัวกัด เคลื่อนที่ไปตามแนวแกน Z

ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักคือ

4.2.1 มอเตอร์ (Motor)

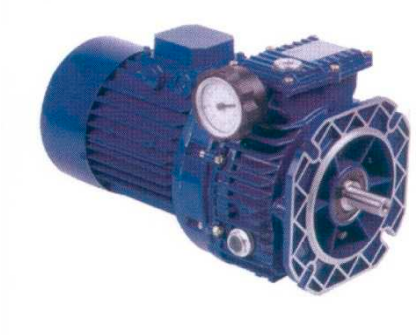
4.2.2 เกลียวนำ (Lead screw)

4.2.3 อุปกรณ์วัดตำแหน่ง (Measuring Device)



ภาพแสดงระบบการขับป้อนในเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

มอเตอร์ (Motor)



4.2.1 มอเตอร์ (Motor)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ใช้ระบบขับป้อนแบบเซอร์โว (Servo Drive) มอเตอร์ที่ใช้มี 3 ชนิด

- มอเตอร์กระแสตรง
- มอเตอร์แบบเป็นขั้น
- มอเตอร์กระแสสลับ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 4.3**

เกลียวนำ(Lead screw) ในเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ใช้แบบ บอลสกรู (Ball screw)

4.2.2 เกลียวนำ (Lead Screw)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)ใช้แบบบอลสกรู (Ball Screw) **ทำหน้าที่ เป็นเกลียวนำสำหรับการเคลื่อนที่ของแกนต่างๆ ถือเป็นหัวใจสำคัญในระบบขับป้อนของเครื่องกัดซีเอ็นซี**

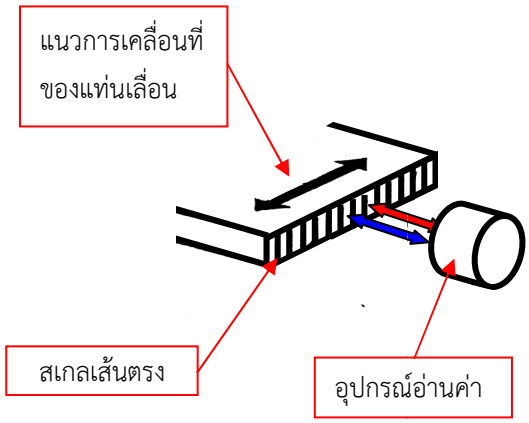
ข้อดี

- แรงเสียดทานต่ำ
- มีความเที่ยงตรงสูง
- **ทำให้สามารถลดระยะคลอนได้มากจนแทบไม่มีเลย**

4.2.3 อุปกรณ์วัดตำแหน่ง (Measuring Device)

การเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละแนวแกนของแท่นเลื่อนจะถูกส่งไปยังระบบควบคุมโดยระบบวัดขนาด การวัดตำแหน่งของแท่นเลื่อนสามารถวัดได้ 2 แบบ คือ

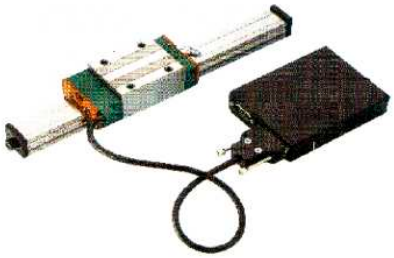
1. การวัดตำแหน่งโดยตรง (Direct Measurement)
2. การวัดตำแหน่งทางอ้อม (Indirect Measurement)



1. การวัดตำแหน่งโดยตรง (Direct Measurement)

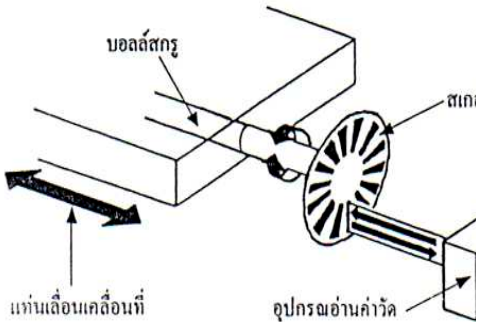
ระบบการทำงาน

- ใช้สเกลวัด (Measuring Scale) ยึดติดไว้ที่โต๊ะงานและเสาของชุดหัวกัด
- อุปกรณ์อ่านค่าจากสเกลแล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งกลับไปยังระบบควบคุม (Controller)



- ชุดนำเลื่อนพร้อมอุปกรณ์วัดตำแหน่งแบบการวัดตำแหน่งโดยตรง (Direct Measurement)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 5.1**



ภาพแสดงหลัก**การวัดตำแหน่งทางอ้อม**

2. การวัดตำแหน่งทางอ้อม (Indirect Measurement)

ระบบการทำงาน

- ใช้แผ่นจานสัญญาณ (Pulse disc) ต่อติดอยู่กับบอลล์สกรู (Ball Screw)
- อุปกรณ์อ่านค่าการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจากสัญญาณ (Pulse disc) แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุม(Controller)
- ระบบควบคุม (Controller) จะคำนวณหาระยะการเคลื่อนที่

5. การบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จัดเป็นเครื่องจักรกลที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง มีความยุ่งยากซับซ้อนของระบบกลไก ไฟฟ้า อีเล็กทรอนิกส์ เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จะต้องได้รับการดูแลรักษาให้คงคุณสมบัติด้านความละเอียดเที่ยงตรง ส่วนประกอบและส่วนควบคุม (Controller) ต้องมีการดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ โดยมีผู้ที่มีความชำนาญทั้งด้านกลไก ไฟฟ้า และอีเล็กทรอนิกส์

ในส่วนของผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) นั้น จะเป็นการบำรุงรักษาขั้นต้นโดยเน้นการบำรุงรักษาก่อนและหลังการใช้งานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ด้านการทำความสะอาดและด้านการตรวจสอบ ดังนี้

5.1 การบำรุงรักษาก่อนและหลังการใช้งาน

5.1.1 การทำความสะอาด

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จำเป็นจะต้องดูแลทำความสะอาดเครื่องอย่างสม่ำเสมอและด้วยความระมัดระวังหลังจากใช้งานทันทีทันใด และดูแลตลอดเวลาเพื่อป้องกันมิให้สิ่งสกปรก ฝุ่นละอองเข้าไปติดอยู่ในส่วนสำคัญของเครื่อง ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) เสียหาย

บริเวณที่จะต้องดูแลทำความสะอาด ได้แก่

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

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 5.1**

1) การทำความสะอาดรางเลื่อน (Slide ways)

- ทำความสะอาดหลังใช้งาน ปัดเศษโลหะที่ติดอยู่ในรางเลื่อนหรือครอบรางเลื่อนออกด้วยแปรงปัดเศษ
- ใช้ผ้าสะอาดเช็ดเศษผงเล็กๆ ออกจากรางเลื่อนหรือครอบรางเลื่อน

2) เพลากัด (Spindle)

- ทำความสะอาดบริเวณรูเรียวหลังใช้งาน
- ชโลมน้ำมันบริเวณรูเรียวบางๆ

3) โต๊ะงาน (Table)

- พื้นผิวของโต๊ะงานและบริเวณร่องตัวที (T-Slot) เป็นผิวดิบ ไวต่อการเกิดสนิมและจะมีฝุ่นละอองเกาะ สารเคมีในอากาศจะทำให้เกิดความเสียหายได้
- ต้องทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวทั้งหมด และร่องตัวที
- ชโลมน้ำมันบางๆ บนพื้นผิวของโต๊ะงาน
- ทาจาระบีบางๆ เมื่อไม่ใช้เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) เป็นเวลานาน

4) สารหล่อเย็น (Coolant media)

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จะมีระบบสารหล่อเย็น จะต้องตรวจสอบระดับปริมาณของสารหล่อเย็นประจำวัน หรือก่องใช้เครื่องในแต่ละวัน รวมทั้งตรวจสอบถังบรรจุสารหล่อเย็น และทำความสะอาดทุก ๆ 6 เดือน

5) ถังบรรจุสารหล่อเย็น (Coolant Tank)

ถังบรรจุสารหล่อเย็น โดยปกติจะติดตั้งไว้ที่ส่วนฐานเครื่องกัดซีเอ็นซี ส่วนมากเป็นถังแยกจากตัวเครื่องจักร เพื่อสะดวกต่อการล้างทำความสะอาด เมื่อใช้งานไปเป็นเวลานานสารหล่อเย็นจะเสื่อมสภาพ เกิดสีดำและมีกลิ่นเหม็น จะต้องมีการตรวจสอบสภาพสารหล่อเย็นทุก ๆ เดือน หากสารหล่อเย็นเสื่อมสภาพจะต้องเอาสารหล่อเย็นที่บรรจุในถังบรรจุออกให้หมด แล้วล้างด้วยน้ำยาล้างสารหล่อเย็น หรือผงซักฟอก และล้างน้ำสะอาด เช็ดให้แห้ง หากถังบรรจุสารหล่อเย็นสามารถแยกจากเครื่องกัดซีเอ็นซีได้ ควรตากแดดให้แห้งแล้วจึงนำมาบรรจุสารหล่อเย็นใหม่

การผสมสารหล่อเย็นจะต้องผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างน้ำมันหล่อเย็นกับน้ำสะอาด โดยทั่วไปจะผสมในอัตราส่วน 1:20 และควรผสมภายนอกถังบรรจุสารหล่อเย็น โดยผสมในถังขนาด100 – 200 ลิตร และจะต้องคนให้ส่วนผสมเข้ากันจนสารหล่อเย็นนี้มีสีขาวข้นแล้วจึงเทลงในถังบรรจุสารหล่อเย็น สำหรับอัตราส่วนผสม อื่นๆ ควรศึกษาและปฏิบัติตามคำแนะนำจากผู้ผลิต

6) การทำความสะอาดตัวจับและด้ามจับมีดกัด (Collets and Tool holder)

ตัวจับและด้ามจับมีดกัด เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่จำเป็นจะต้องดูแลรักษาให้มีความสะอาดปราศจากสิ่งสกปรกที่เกิดจากฝุ่นละออง คราบน้ำมัน และ เศษโลหะอยู่เสมอ ต้องชโลมน้ำมันหลังใช้งานทุกครั้ง ถ้าการดูแลรักษาไม่เพียงพอ มีเศษผงโลหะติดอยู่จะเป็นเหตุให้การหมุนเสียความเที่ยงตรงได้ ก่อนการติดตั้งด้ามจับมีดกัด (Tool Holder) เข้ากับชุดเปลี่ยนเครื่องมือทุกครั้ง จะต้องใช้ผ้าสะอาดเช็ดบริเวณส่วนเรียวนอกของด้ามจับมีดกัดและทาน้ำมันให้เป็นฟิลม์บางๆ ช่วยให้การถอดด้ามจับมีดกัดออกจากเรียวในของเพลากัดง่ายขึ้น

7) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปากกาจับงาน แคลมป์จับยึดชิ้นงาน

อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้เพื่อการจับยึดชิ้นงานเข้ากับโต๊ะงาน เช่น ปากกาจับงาน แคลมป์จับยึดชิ้นงาน ก่อนการใช้งานควรตรวจสอบความเที่ยงตรงของปากของปากกาด้วยนาฬิกาวัด และตรวจสอบความมั่นคงการจับยึดกับโต๊ะงานด้วยประแจปากตาย เมื่อเลิกงานควรใช้แปรงปัดเศษโลหะ ใช้ผ้าเช็ดสารหล่อเย็นออกให้แห้ง จากนั้นใช้น้ำมันกันสนิมหรือน้ำมันเครื่องทาเป็นฟิลม์บางๆ เพื่อป้องกันสนิมทั้งโต๊ะงาน ปากกาจับงาน และแคลมป์จับยึดชิ้นงาน

5.1.2 การตรวจสอบ

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จำเป็นจะต้องตรวจสอบความสมบูรณ์ ความพร้อมของเครื่องก่อนทำงานทุกครั้ง นอกเหนือจากการทำความสะอาดก่อนและหลังใช้งาน การตรวจสอบในขั้นต้นระดับผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ได้แก่ การตรวจสอบระดับและคุณภาพของสารหล่อเย็น การตรวจสอบระดับของน้ำมันหล่อลื่น และการตรวจสอบระบบลม เป็นต้น ซึ่งหากปล่อยให้ระดับต่ำกว่ากำหนดจะทำให้เกิดการเสียหายต่อตัวเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ได้ โดยปกติจะมีเซ็นเซอร์ตรวจสอบระดับของสารหล่อเย็น น้ำมันเครื่อง และเกจวัดความดันลม หากต่ำกว่าระดับกำหนดชุดเซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณเตือนและบางชนิดจะตัดระบบการทำงานเพื่อป้อนกันการเสียหายกับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

1) การตรวจสอบสารหล่อเย็น

- ตรวจเช็คระดับของสารหล่อเย็น อย่าให้ต่ำกว่าระดับที่กำหนด สังเกตได้จากตำแหน่งขีดที่ถังบรรจุ
- ตรวจสอบคุณภาพของสารหล่อเย็น ถ้าเป็นน้ำมันหล่อเย็นชนิดผสมน้ำ จะต้องมีสีขาวข้นเหมือนสีของน้ำนมสดและต้องไม่มีกลิ่นเหม็น หากมีสีเทา หรือเทาดำ หรือมีการแยกชั้นของน้ำมันหล่อเย็นกับน้ำ และมีกลิ่นแสดงว่าสารหล่อเย็นที่ใช้มีคุณภาพต่ำหรือหมดสภาพแล้ว ควรเปลี่ยนถ่ายสารหล่อเย็นออก ล้างถังบรรจุด้วยน้ำยาล้างสารหล่อเย็นหรือผงซักฟอก เช็ดและตากแดดให้แห้งแล้วจึงผสมสารหล่อเย็นในอัตราส่วนตามที่ผู้ผลิตแนะนำ

ภาพแสดงสารหล่อเย็นที่หมดสภาพ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921101
		หัวข้อย่อยที่ 5.1

2) การตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่น

- น้ำมันหล่อลื่นใช้สำหรับการหล่อลื่นภายในของชุดรางเลื่อนทั้งสามแนวแกน (X, Y, Z) โดยจะมีปั๊มไฟฟ้าปั๊มฉีดน้ำมัน หล่อลื่นไปตามท่อทางสู่รางเลื่อนของเครื่อง เพื่อช่วยลดการเสียดสีและลดการสึกหรอในการเคลื่อนที่

- ตรวจเช็คระดับของน้ำมันหล่อลื่น อย่าให้ต่ำกว่าระดับที่กำหนด (L) สังเกตได้จากตำแหน่งขีดที่ถังบรรจุน้ำมัน หล่อลื่น หากต่ำกว่าระดับที่กำหนด ให้ใช้ชนิดของน้ำมันหล่อลื่นและความหนืดตามที่คู่มือเครื่องจักรกำหนดเติมให้อยู่ในระบบกำหนด (H) ดังรูป

ภาพแสดงภาชนะบรรจุน้ำมันหล่อลื่นและระดับกำหนด

ควรเติมน้ำมันหล่อลื่นให้อยู่ที่ระดับ H

และไม่ควรให้น้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าระดับ L

3) การตรวจสอบระบบลม

- ระบบลม ใช้สำหรับสร้างแรงดันให้แก่ ระบบการจับยึดชิ้นงานชุดหัวจับมีดกัด

- ตรวจเช็คระดับแรงดันของชุดบริการลม (Service Unit) โดยทั่วไปตั้งความดันที่ 6 บาร์ อย่าให้ต่ำกว่าระดับที่กำหนด หากต่ำกว่ากำหนดระบบการเปลี่ยนเครื่องมืออย่างอัตโนมัติจะไม่ทำงาน สังเกตได้จากเกจวัดความดันที่ชุดบริการลม (Service Unit)

- ตรวจสอบน้ำในถังอัดลมและทำการเดรนน้ำออกทุกๆ สัปดาห์ หากมีน้ำจะทำให้ระบบการเปลี่ยนเครื่องมือเกิดสนิมและเสียหายได้

ชุดบริการลม (Service Unit)

ภาพแสดงการตรวจสอบระดับแรงดันที่ชุดบริการลม (Service Unit)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี) **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 5.2**

5.2 ตารางการบำรุงรักษา

ตารางที่ 1 ข้อแนะนำในการปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องกัด CNC ทั่วไป

ระยะเวลา	สัญลักษณ์	การปฏิบัติการบำรุงรักษา
ประจำวัน (Daily)	● ● ● ● ● ●	ทำความสะอาดเศษโลหะในท่อทางเดินและก้นถังที่พักเศษ ทำความสะอาดเศษโลหะจากหัวเปลี่ยนเครื่องมือ โต๊ะงาน รางเลื่อน ชโลมน้ำมันบางๆ ที่บริเวณรูเรียวของเพลาหัวกัด โต๊ะงาน รางเลื่อน หยอดน้ำมันที่รูหยอดน้ำมันของรางเลื่อน และหัวป้อนกัด ทำความสะอาดผิวภายนอกของส่วนต่างๆ ตรวจสอบระดับสารหล่อเย็น น้ำมันเครื่อง และแรงดันลม
ประจำสัปดาห์ (Weekly)	● ● ● ●	ตรวจสอบเกจความดันของลม ตรวจสอบไส้กรองอากาศ น้ำมันเครื่อง และสารหล่อเย็น ตรวจสอบระดับน้ำมันเครื่อง ตรวจสอบระดับน้ำในถังอัดลม และเดรนน้ำออกทุก ๆ สัปดาห์
ประจำเดือน (Monthly)	● ● ● ● ● ● ●	ตรวจสภาพการใช้งานของท่อทางเดินของเศษโลหะ และชโลมน้ำมัน ทำความสะอาดแผ่นกรองบนถังสารหล่อเย็น ถอดอุปกรณ์ภายในถังออกทำความสะอาด ทำความสะอาดแผ่นกรองท่อทางเข้าปั๊ม เทน้ำมันออกจากถังรองน้ำมันส่วนเกิน เช็ดรอยจาระบี ทำความสะอาดทั่วไป และคราบน้ำมันออกจากรางเลื่อนต่างๆ ตรวจสภาพของสารหล่อเย็น ทำความสะอาดผิวภายนอกของส่วนต่างๆ ตรวจสอบระบบท่อทางลมและชุดบริการลม
ประจำ 6 เดือน (Six Monthly)	● ● ●	เปลี่ยนสารหล่อเย็นและล้างถังสารหล่อเย็น ตรวจสอบระดับน้ำมันในห้องเกียร์ ชุดหล่อลื่นรางเลื่อน และเติมน้ำมันเครื่อง ตรวจสอบชุดควบคุมและระบบคอมพิวเตอร์
ประจำปี (Annually)	● ● ● ●	ถอดและทำความสะอาดไส้กรองอากาศ ตรวจสอบแปรงถ่านของเซอร์โว มอเตอร์ เปลี่ยนน้ำมันในห้องเกียร์ ตรวจสอบฟิวส์ (Fuse) สายต่อ (Interface cable) สายต่อคีบอร์ด และแบตอรี่สำรอง (Battery Backup)

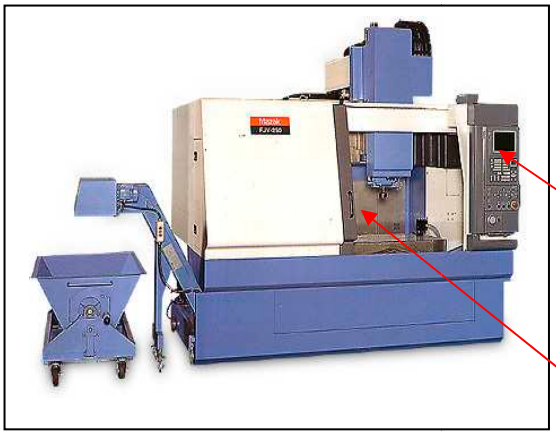
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 4.3**

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (ขีดเส้นใต้/เขียนตัวอักษรในช่องว่างให้สมบูรณ์)

1. CNC หมายถึง ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วย ..(ตัวเลขและตัวอักษร / คอมพิวเตอร์)... โดยมี ..(ตัวเลขและตัวอักษร /คอมพิวเตอร์)...ช่วยในการ ...(ควบคุมการทำงานด้วยระบบควบคุมซีเอ็นซี / จัดการและประมวลผลข้อมูล)..

2. CNC Machine หมายถึง เครื่องจักรกลที่...(ควบคุมการทำงานด้วยระบบควบคุมซีเอ็นซี / จัดการและประมวลผลข้อมูล)..

3. จากรูปโครงสร้างหลักของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จงใส่ตัวอักษรให้ตรงกับชื่อและหน้าที่ของเครื่องจักรกล



ชื่อ .....
หน้าที่ .....

ชื่อ .....
หน้าที่ .....

A. ประมวลผลข้อมูล
B. ชุดควบคุมซีเอ็นซี
C. สื่อสารกับชุดควบคุมซีเอ็นซี
D. จับยึดชิ้นงานกลึง
E. ตัวเครื่องมือกล
F. ทำงาน/เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามคำสั่งของชุดควบคุมซีเอ็นซี
G. สื่อสารกับผู้ควบคุมเครื่อง
H. สื่อสาร/ควบคุม การทำงานของเครื่องมือกล

4. จงบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ในชุดควบคุมซีเอ็นซี โดยใส่ตัวอักษรให้ตรงกับหน้าที่ของของอุปกรณ์ฯ

คอมพิวเตอร์	(...../.....)	A. ควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของมอเตอร์
ชุดควบคุมเชิงตัวเลข	(...../.....)	B. สื่อสารกับผู้ใช้
ชุดประมวลผล	(...../.....)	C. คำนวณตำแหน่ง/จุด ระหว่างการเคลื่อนที่
		D. ควบคุมอุปกรณ์ อินพุท/เอาพุท
		E. แสดงสถานะในการทำงานต่าง ๆ
		F. ควบคุมความเร็ว/ตำแหน่งของมอเตอร์

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 4.3**

5. จงบอกชื่อและหน้าที่ลงในช่องว่าง

ชื่อ.....

ทำหน้าที่

- .....

A. เพลากัด

B. ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ

C. จับยึดชุดมีดกัด

D. จับยึดเครื่องมือ (มีดกัด, ดอกสว่าน ฯลฯ)

E. หมุนเปลี่ยนเครื่องมือตามที่กำหนดในโปรแกรมเอ็นซี

F. ขับพาให้มีดกัดหมุน

6. จงบอกชื่อและหน้าที่ลงในช่องว่าง

ชื่อ

.....

ทำหน้าที่

.....

A. เพลากัด

B. ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ

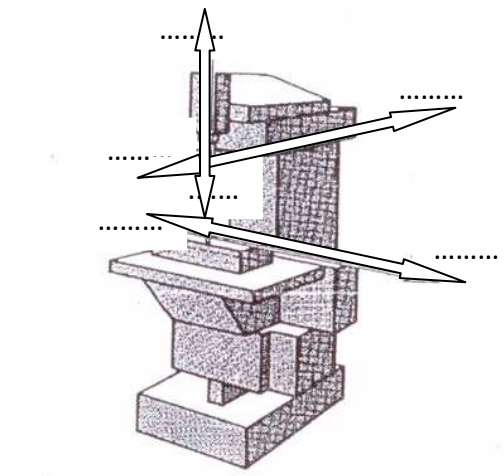
C. จับยึดชุดมีดกัด

D. จับยึดเครื่องมือ (มีดกัด, ดอกสว่าน ฯลฯ)

E. หมุนเปลี่ยนเครื่องมือตามที่กำหนดในโปรแกรมเอ็นซี

F. ขับพาให้มีดกัดหมุน

7. จงกำหนดชื่อแนวแกนและทิศทาง (+/-) โดยเติมคำลงในช่องว่าง



A. X (+)

B. X (-)

C. Y (+)

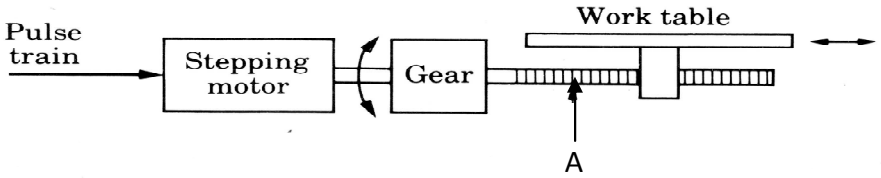
D. Y (-)

E. Z (+)

F. Z (-)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ	**ใบทดสอบ**
	สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1	**หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1**
	(CNC Milling Operation Basic Course)	**รหัสวิชา 0920921101**
	รหัสหลักสูตร 0920082091101	**หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 4.3**

8.



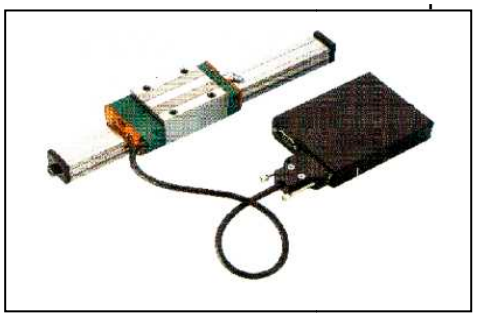
จงขีดเส้นใต้คำตอบที่ถูกต้อง

จากรูปสกรู A คือ ..... ก) เกลียวนำ ข) เกลียวส่งกำลัง ค) เกลียวตาม

สกรู A เป็นสกรูแบบ ... ก) เกลียวท่อ ข) เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู ค) บอลสกรู

มีข้อดีคือ ..... ก) มีความเที่ยงตรงสูง ข) มีความแข็งแรง ค) มีราคาถูก

9. จากรูปจงนำคำตอบที่ถูกต้องมาเติมลงในช่องว่าง



A. อุปกรณ์วัดตำแหน่งแบบการวัดตำแหน่งโดยอ้อม

B. อุปกรณ์วัดตำแหน่งแบบการวัดตำแหน่งโดยตรง

C. อ่านค่าจากสเกลแล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งกลับไปยังระบบควบคุม (Controller)

D. อ่านค่าการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจากสัญญาณ (Pulse disc) แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุม (Controller)

ชื่ออุปกรณ์ .....

ทำหน้าที่ .....

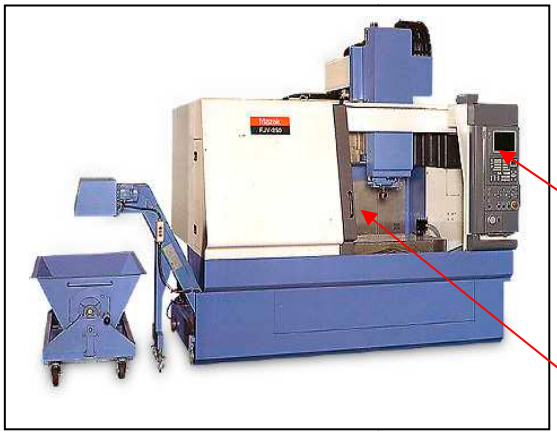
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบเฉลยทดสอบ หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1 รหัสวิชา 0920921101 หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 4.3

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง (ขีดเส้นใต้/เขียนตัวอักษรในช่องว่างให้สมบูรณ์)

1. CNC หมายถึง ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วย ..(**ตัวเลขและตัวอักษร** / คอมพิวเตอร์)... โดยมี ..(ตัวเลขและตัวอักษร /**คอมพิวเตอร์**)...ช่วยในการ ...(ควบคุมการทำงานด้วยระบบควบคุมซีเอ็นซี / **จัดการและประมวลผลข้อมูล**)..

2. CNC Machine หมายถึง เครื่องจักรกลที่...(**ควบคุมการทำงานด้วยระบบควบคุมซีเอ็นซี** / จัดการและประมวลผลข้อมูล)..

3. จากรูปโครงสร้างหลักของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จงใส่ตัวอักษรให้ตรงกับชื่อและหน้าที่ของเครื่องจักรกล



ชื่อ .....B.....
หน้าที่ ..A.., G ....

ชื่อ .....E.....
หน้าที่ C., F

A. ประมวลผลข้อมูล
B. ชุดควบคุมซีเอ็นซี
C. สื่อสารกับชุดควบคุมซีเอ็นซี
D. จับยึดชิ้นงานกลึง
E. ตัวเครื่องมือกล
F. ทำงาน/เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงาน ตามคำสั่งของชุดควบคุมซีเอ็นซี
G. สื่อสารกับผู้ควบคุมเครื่อง
H. สื่อสาร/ควบคุม การทำงานของ

4. จงบอกหน้าที่ของอุปกรณ์ในชุดควบคุมซีเอ็นซี โดยใส่ตัวอักษรให้ตรงกับหน้าที่ของของอุปกรณ์ฯ

คอมพิวเตอร์	(.....B...../...E.....)	A. ควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของมอเตอร์
ชุดควบคุมเชิงตัวเลข	(.....C...../...F.....)	B. สื่อสารกับผู้ใช้
ชุดประมวลผล	(.....A...../...D.....)	C. คำนวณตำแหน่ง/จุด ระหว่างการเคลื่อนที่
		D. ควบคุมอุปกรณ์ อินพุท/เอาพุท
		E. แสดงสถานะในการทำงานต่าง ๆ
		F. ควบคุมความเร็ว/ตำแหน่งของมอเตอร์

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921101** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 4.3**

5. จงบอกชื่อและหน้าที่ลงในช่องว่าง

ชื่อ.....A.....

ทำหน้าที่

- .....B,...F.....

A. เพลากัด

B. ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ

C. จับยึดชุดมีดกัด

D. จับยึดเครื่องมือ (มีดกัด, ดอกสว่าน ฯลฯ)

E. หมุนเปลี่ยนเครื่องมือตามที่กำหนดใน โปรแกรมเอ็นซี

F. ขับพาให้มีดกัดหมุน

6. จงบอกชื่อและหน้าที่ลงในช่องว่าง

ชื่อ.....B.....

ทำหน้าที่

.....D,....E.....

A. เพลากัด

B. ชุดเปลี่ยนเครื่องมือ

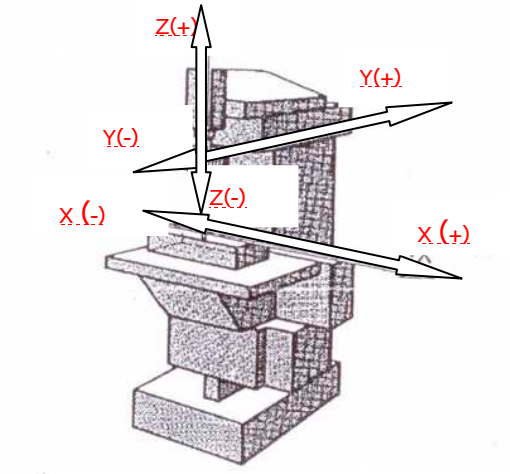
C. จับยึดชุดมีดกัด

D. จับยึดเครื่องมือ (มีดกัด, ดอกสว่าน ฯลฯ)

E. หมุนเปลี่ยนเครื่องมือตามที่กำหนดใน โปรแกรมเอ็นซี

F. ขับพาให้มีดกัดหมุน

7. จงกำหนดชื่อแนวแกนและทิศทาง (+/-) โดยเติมคำลงในช่องว่าง



A. X (+)

B. X (-)

C. Y (+)

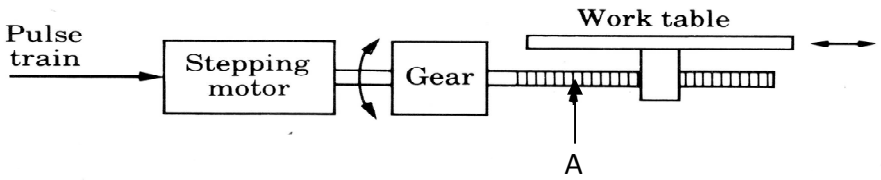
D. Y (-)

E. Z (+)

F. Z (-)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบทดสอบ หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1 รหัสวิชา 0920921101 หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 4.3

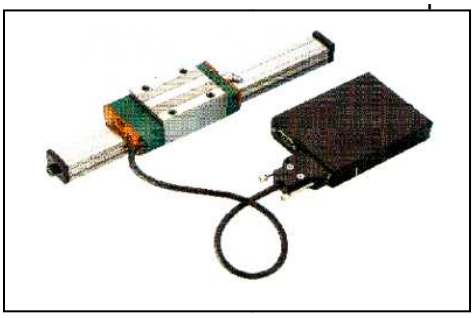
8.



จงขีดเส้นใต้คำตอบที่ถูกต้อง

จากรูปสกรู A คือ	ก) เกลียวนำ	ข) เกลียวส่งกำลัง	ค) เกลียวตาม
สกรู A เป็นสกรูแบบ ...	ก) เกลียวท่อ	ข) เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู	ค) บอลสกรู
มีข้อดีคือ	ก) มีความเที่ยงตรงสูง	ข) มีความแข็งแรง	ค) มีราคาถูก

9. จากรูปจงนำคำตอบที่ถูกต้องมาเติมลงในช่องว่าง



A. อุปกรณ์วัดตำแหน่งแบบการวัดตำแหน่งโดยอ้อม

B. อุปกรณ์วัดตำแหน่งแบบการวัดตำแหน่งโดยตรง

C. อ่านค่าจากสเกลแล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งกลับไปยังระบบควบคุม (Controller)

D. อ่านค่าการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจากสัญญาณ (Pulse disc) แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบควบคุม (Controller)

ชื่ออุปกรณ์ อุปกรณ์วัดตำแหน่งแบบการวัดตำแหน่งโดยตรง

ทำหน้าที่ อ่านค่าจากสเกลแล้วแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งกลับไปยังระบบควบคุม (Controller)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเตรียมการสอน (ปฏิบัติ)**	
		หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1	
		รหัสวิชา 0920921101	
		งานที่ 1	**เวลา 1 ชั่วโมง**

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถ

1. บำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ก่อนและหลังการใช้ ได้อย่างถูกต้อง
2. บำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ตามช่วงระยะเวลาได้อย่างถูกต้อง

วิธีการสอน : บรรยาย สาธิต

หัวข้อสำคัญ :

1. การบำรุงรักษาเครื่องกัดก่อนและหลังการใช้งาน
   1.1 การทำความสะอาด
   1.2 การตรวจสอบ

อุปกรณ์ช่วยฝึก : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

การมอบหมายงาน :

1. ใบงาน
2. ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน
   - การบำรุงรักษารายวัน (ก่อนและหลังการใช้งาน)

การวัดและประเมินผล :

1. ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน

หนังสืออ้างอิง :

1. **Mechanical Manual MAZAK FJV 250.**

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานที่ 1.1**

1. ฝึกปฏิบัติการบำรุงรักษาก่อนและหลังการใช้งาน

ในระดับผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี จะเป็นการบำรุงรักษาขั้นต้น โดยเน้นการบำรุง รักษาก่อนและหลังการใช้งานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ ด้านการทำความสะอาด และด้านการตรวจสอบ ดังนี้

1.1 การทำความสะอาด

เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) จำเป็นจะต้องดูแลทำความสะอาดเครื่องอย่างสม่ำเสมอและด้วยความระมัดระวัง ทั้งก่อนและหลังจากใช้งานทันทีทันใด และดูแลตลอดเวลาเพื่อป้องกันมิให้สิ่งสกปรก ฝุ่นละอองเข้าไปติดอยู่ในส่วนสำคัญของเครื่อง ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) เสียหาย

บริเวณที่จะต้องดูแลทำความสะอาด ได้แก่

1) รางเลื่อน (Slide ways)
2) โต๊ะงาน (Table)
3) ชุดเปลี่ยนมีดกัดและด้ามมีดกัด (Turret and Tool holder)
4) อุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปากกาจับงาน แคล้มยึดงาน
5) บริเวณภายนอกตัวเครื่องจักร

1) ทำความสะอาดรางเลื่อน (สำหรับเครื่องกัดซีเอนซี ที่ออกแบบเป็นระบบเปิด)

รูปแสดงตำแหน่งทำความสะอาดบริเวณฝาครอบรางเลื่อน

สำหรับระบบปิด จะมีฝาครอบคลุมรางเลื่อนตลอดแนวการเคลื่อนที่ การทำความสะอาดเพียงแต่ใช้แปรงปัดเศษโลหะหรือผงโลหะที่ติดอยู่ออก

สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ระบบเปิด

1) ทำความสะอาดทั้งก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง ปัดเศษโลหะที่ติดอยู่ในรางเลื่อนหรือครอบรางเลื่อนออกด้วยแปรงปัดเศษ
2) ใช้ผ้าสะอาดเช็ดเศษผงเล็กๆ และน้ำมันหล่อเย็นออกจากรางเลื่อนหรือครอบรางเลื่อน
3) ทาน้ำมันหล่อลื่นที่รางเลื่อนให้เป็นฟิลม์บางๆ (กรณีรางเลื่อนออกแบบเป็นระบบเปิด)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานที่ 1.1**

2) ทำความสะอาดโต๊ะงาน (Table)

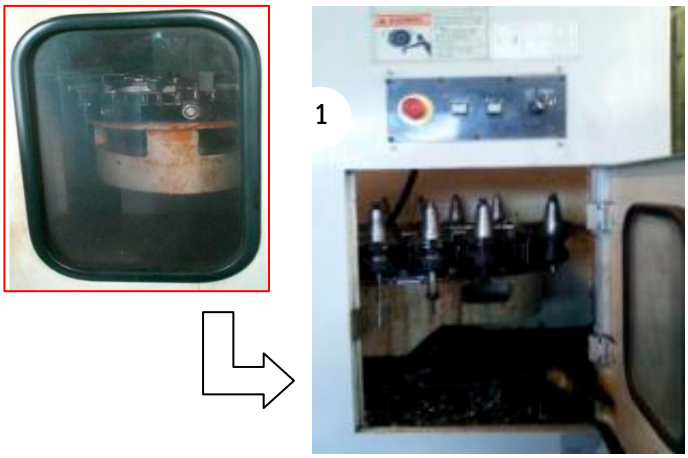
รูปแสดงตำแหน่งทำความสะอาดบริเวณโต๊ะงานและร่องตัวที (T Slot)

1) ทำความสะอาดทั้งก่อนและหลังการใช้งานทุกครั้ง ปัดเศษโลหะที่ติดอยู่บนโต๊ะงาน ร่องตัวที (T Slot) ออกด้วยแปรงปัดเศษ

2) ใช้ผ้าสะอาดเช็ดเศษผง ฝุ่นเล็กๆ และน้ำมันหล่อเย็นออกจากโต๊ะงานและร่องตัวที (T Slot)

3) ทาน้ำมันหล่อลื่นให้เป็นฟิลม์บางๆ ทั้งโต๊ะงานและร่องตัวที (T Slot)

3) ทำความสะอาดชุดเปลี่ยนมีดกัดและด้ามมีดกัด (Turret and Tool holder)



รูปแสดงตำแหน่งทำความสะอาดบริเวณเครื่องมือตัดด้ามมีดตัดบนชุดเปลี่ยนมีดกัด และเพลากัด

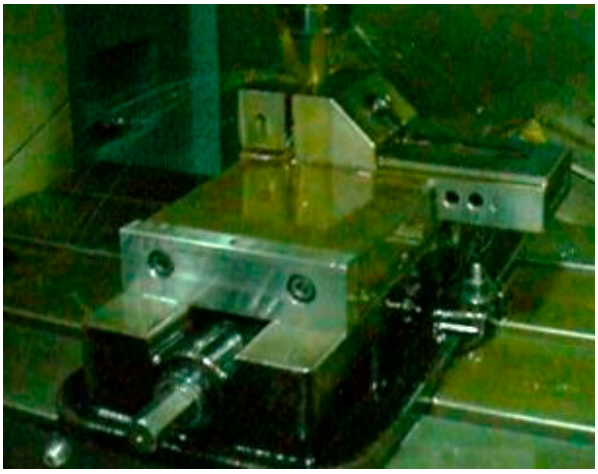
1) ปัดเศษโลหะที่ติดอยู่ในเครื่องมือตัด ด้ามมีดตัดบนชุดเปลี่ยนมีดกัด และเพลากัด

2) ใช้ผ้าเช็ดน้ำมันหล่อเย็นที่ติดค้างอยู่บนชุดเปลี่ยนมีด เพลากัด และด้ามมีดกัด

3) ทาน้ำมันบางๆ ที่ด้ามมีดกัด

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานที่ 1.1**

4) ทำความสะอาดอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ปากกาจับงาน แคลมป์ยึดงาน



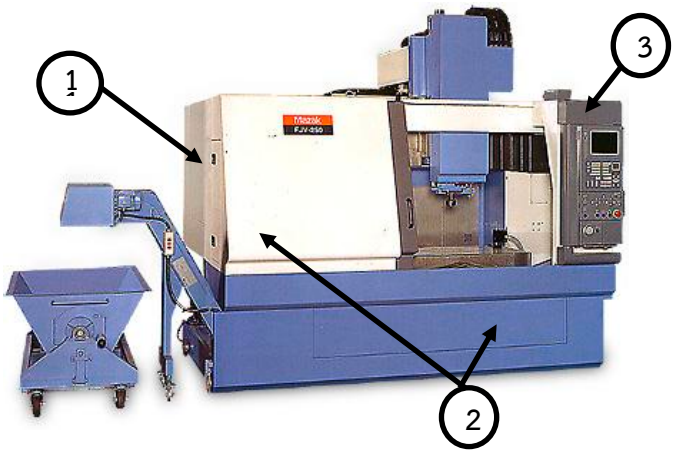
รูปแสดงตำแหน่งทำความสะอาดบริเวณปากกาจับงาน

1) ปัดเศษโลหะที่ติดอยู่บนปากกาจับงาน หรือแคลมป์ยึดงาน

2) ใช้ผ้าเช็ดน้ำมันหล่อเย็นที่ติดค้างอยู่บนปากกาจับงาน และแคลมป์ยึดงานให้แห้ง

3) ชโลมน้ำมันที่ปากกาจับงาน และแคลมป์ยึดงานบางๆ

5) ทำความสะอาดบริเวณภายนอกตัวเครื่องจักร



รูปแสดงตำแหน่งทำความสะอาดบริเวณภายนอก

ตัวเครื่องกัดซีเอ็นซี

1) ใช้ผ้าสะอาดเช็ดบริเวณตัวเครื่องกัดทั้งด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลัง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานที่** 1.2

2 **1**

รูปแสดงตำแหน่งทำความสะอาดบริเวณ

1) ถังบรรจุน้ำมันหล่อลื่น และ 2) ชุดบริการลม

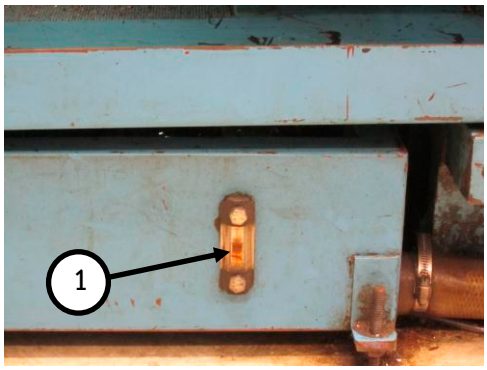
2) ใช้ผ้าสะอาดเช็ดถังบรรจุน้ำมันหล่อลื่น และชุดบริการลม

1.2 การตรวจสอบ

ในระดับผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ก่อนปฏิบัติงานกับซีเอ็นซีจะต้องตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องจักรในขั้นพื้นฐาน จุดที่ต้องตรวจสอบได้แก่

1) ตรวจสอบสารหล่อเย็น
2) ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่น
3) ตรวจสอบชุดบริการลม

1) การตรวจสอบสารหล่อเย็น

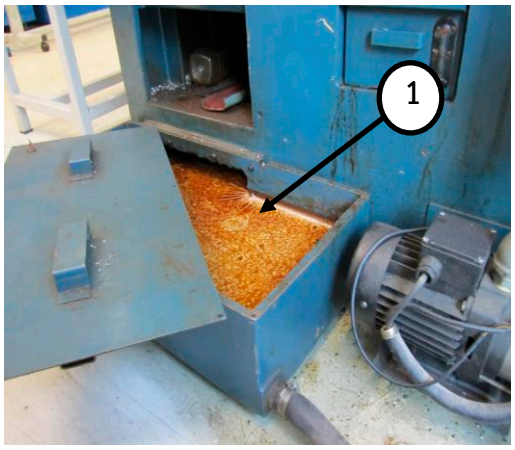


รูปแสดงตำแหน่งตรวจสอบระดับปริมาณสารหล่อเย็น

1) ตรวจสอบปริมาณสารหล่อเย็นมีเพียงพอหรือไม่

- สังเกตหลอดแก้วที่ติดตั้งด้านข้างถังบรรจุสารหล่อเย็น ควรมีระดับไม่ต่ำกว่า ¾ ของหลอดแก้ว หากต่ำเกินไปต้องให้อยู่ในระดับกำหนด

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานที่ 1.2**

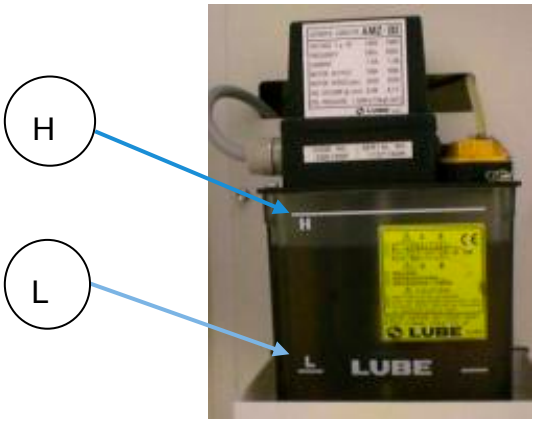


รูปแสดงตำแหน่งตรวจสอบสภาพสารหล่อเย็น

2) ตรวจสอบสภาพของสารหล่อเย็น โดยสังเกตจาก

- สี ถ้าเป็นน้ำมันหล่อเย็นชนิดผสมน้ำ สีจะต้องขาว
- กลิ่น จะต้องไม่มีกลิ่นเหม็น หากมีกลิ่นเหม็นฉุน แสดงว่าสารหล่อเย็นหมดสภาพแล้ว
- ต้องไม่มีการแยกตัวของสารหล่อเย็นกับน้ำ

2) ตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่น



รูปแสดงตำแหน่งตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่น

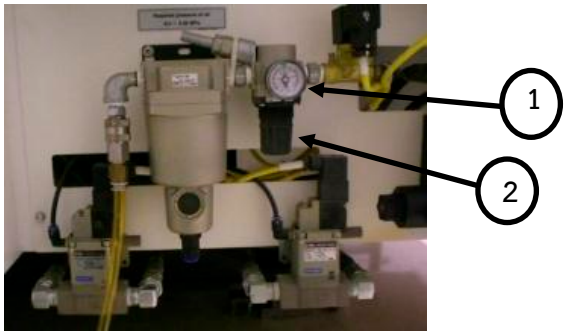
1) ตรวจสอบปริมาณน้ำมันหล่อลื่น

- สังเกตหลอดตัวอักษร H ที่ภาชนะบรรจุสารหล่อลื่น ควรเติมสารหล่อลื่นให้อยู่ในระดับ H
- หากสารหล่อลื่นต่ำเกินระดับ L ต้องเติมให้อยู่ในระดับกำหนด เพราะน้ำมันหล่อลื่นจะถูกปั๊มส่งไปหล่อลื่นรางเลื่อนและส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดที่มีการเคลื่อนที่

หมายเหตุ : ชนิดและความหนืดของน้ำมันหล่อลื่นให้ศึกษาคู่มือผู้ผลิตที่แนะนำ

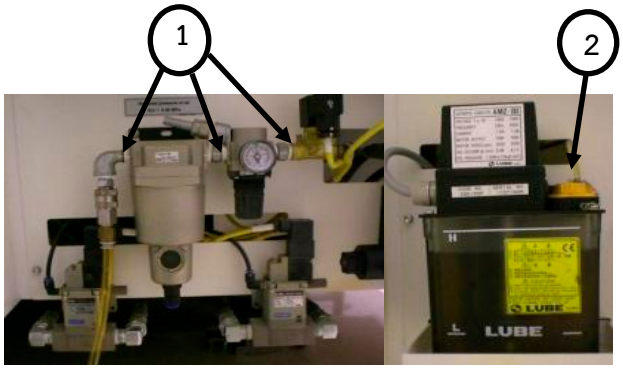
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานที่ 1.2**

3) ตรวจสอบชุดบริการลม



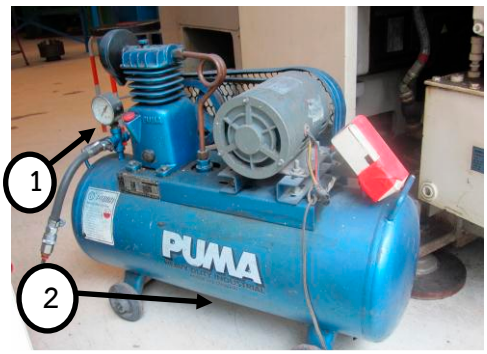
รูปแสดงตัวอย่างตำแหน่งตรวจสอบ 1) ตรวจสอบระดับความดันที่ 6 บาร์ 2) ตำแหน่งปรับตั้งความดัน

1) ตรวจเช็คระดับแรงดันของชุด Service Unit โดยทั่วไปตั้งความดันที่ 6 บาร์ อย่าให้ต่ำกว่าระดับที่ กำหนด สังเกตได้จากเกจวัดความดันที่ชุด Service Unit



รูปแสดงตัวอย่างตำแหน่งตรวจสอบ 1) รอยรั่วซึมของท่อลมและ 2) รอยรั่วซึมของท่อสารหล่อลื่น

2) ตรวจสอบรอยรั่วซึมของระบบท่อทางลม และท่อส่งสารหล่อลื่น โดยสังเกตจากเสียงลมออก หรือใช้น้ำสบู่ทางบริเวนข้อต่อสังเกตฟองสบู่



รูปแสดงตัวอย่างตำแหน่ง 1) ตรวจสอบความดัน 2) เดรนน้ำ

3) ตรวจสอบความดันและเดรนน้ำในถังอัดลม
- ตรวจสอบระดับความดัน และปรับตั้งความดันของถังอัดลมควรอยู่ที่ระดับ 7- 8บาร์
- เดรนน้ำในถังอัดลมออกทุกๆ สัปดาห์ เพราะถ้ามีมากเกินไปจะเป็นผลให้ปริมาตรการเก็บลมอัดน้อยลง และเกิดสนิมในอุปกรณ์ได้

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบงาน** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานย่อยที่ 1.1 – 1.2**

ข้อที่ 1. ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ตามแผนการบำรุงรักษารายวัน (ก่อนและหลังการใช้เครื่องจักร) ตามตารางการบำรุงรักษา

ระยะเวลา	สัญลักษณ์	การปฏิบัติการบำรุงรักษา
ประจำวัน (Daily)	● ● ● ● ●	ทำความสะอาดเศษโลหะในท่อทางเดินและก้นถังที่พักเศษ ทำความสะอาดเศษโลหะจากหัวเปลี่ยนเครื่องมือ โต๊ะงาน รางเลื่อน ชโลมน้ำมันบางๆ ที่บริเวณด้ามมีดกัด โต๊ะงาน รางเลื่อน ทำความสะอาดผิวภายนอกของส่วนต่างๆ ตรวจสอบระดับสารหล่อเย็น น้ำมันหล่อลื่น และแรงดันลม

ครุภัณฑ์/เครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์

- เครื่องกัดซีเอ็นซี / แปรงทำความสะอาด / ผ้า / น้ำมันหล่อลื่น / สารหล่อเย็น

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน**
		หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921101
		งานย่อยที่ 1.1

ข้อที่ 1. ให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ตามแผนการบำรุงรักษารายวัน (ก่อนและหลังการใช้เครื่องจักร) ดังนี้

1.1 การทำความสะอาด

1.2 การตรวจสอบ

วัตถุประสงค์ :

- **เพื่อให้ผู้ฝึกปฏิบัติสามารถบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี ตามแผนการบำรุงรักษารายวันได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย**

วัสดุ : แปรง ผ้า ถ้วยตวงน้ำมัน น้ำมันหล่อลื่น สารหล่อเย็น และน้ำมันไฮดรอลิกส์

อุปกรณ์และเครื่องมือ : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน : ให้ปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ตามใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามผู้ใดนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการกองพัฒนาฝีมือแรงงาน

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** เครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921101** **งานย่อยที่ 1.1**

1.1 การทำความสะอาด

ตารางขั้นตอนการบำรุงรักษา และบันทึกผลการบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ประจำวัน เดือน ..... ปี พ.ศ. .....
แผนก ..... ชนิดเครื่องจักร..... หมายเลขเครื่อง.....ผู้ควบคุม ..... ผู้ปฏิบัติงาน .....

รายการ/ขั้นตอนการบำรุงรักษา	วันที่																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1. ทำความสะอาดท่อทางเดินและเก็บเศษโลหะที่ถาดรองรับเศษ																															
2. ทำความสะอาด เก็บเศษโลหะที่ติดอยู่บนชุดเปลี่ยนเครื่องมือ โต๊ะงาน รางเลื่อน ปากกาจับงาน และแคลมป์จับยึดชิ้นงาน																															
3. ทาน้ำมันบางๆที่ด้ามมีดกัด โต๊ะงาน รางเลื่อน ปากกาจับงาน แคลมป์จับยึดชิ้นงาน																															
5. ทำความสะอาดบริเวณผิวภายนอกของส่วนต่างๆ ของเครื่องกัดซีเอ็นซี																															

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน
		หัวข้อวิชา เครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921101
		งานย่อยที่ 1.1

1.2. การตรวจสอบ

ตารางขั้นตอนการบำรุงรักษา และบันทึกผลการบำรุงรักษาเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ประจำวัน เดือน ..... ปี พ.ศ. .....

แผนก ..... ชนิดเครื่องจักร..... หมายเลขเครื่อง.....ผู้ควบคุม ..... ผู้ปฏิบัติงาน .....

รายการ/ขั้นตอนการบำรุงรักษา	วันที่																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1. ตรวจสอบระดับสารหล่อเย็น																															
2. ตรวจสอบคุณภาพของสารหล่อเย็น ดูสี ดมกลิ่น																															
3. เติมสารหล่อเย็น																															
4. เปลี่ยนสารหล่อเย็น																															
5. ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่น																															
6. เติมน้ำมันหล่อลื่น																															
7. ตรวจสอบแรงดันลม 6 บาร์																															
8. ตรวจสอบระดับน้ำในถังอัดลม																															
9. เดรนน้ำออกจากถังอัดลม																															
10. ตรวจสอบท่อทางลม																															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า ก่อนได้รับอนุญาตจากผู้เขียนหลักสูตร ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเตรียมการสอน** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2 / **เวลา 1.30 ชม.**

วัตถุประสงค์ :

1. อธิบายประเภท คุณลักษณะ คุณสมบัติของมีดกัด
2. สามารถเลือกใช้มีดกัดให้เหมาะสมกับแบบงานและวัสดุงาน

วิธีการสอน :

บรรยาย ถาม – ตอบ

หัวข้อสำคัญ :

มีดกัด CNC 1

อุปกรณ์ช่วยฝึก :

ตัวอย่างมีดกัด

การมอบหมายงาน :

ใบงาน เรื่อง มีดกัด CNC 1

การวัดและประเมินผล :

ใบทดสอบ เรื่อง มีดกัด CNC 1

หนังสื่ออ้างอิง :

รศ.เชาวลิต ถาวรสิน, เทคโนโลยีการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี กรุงเทพมหานคร : 2538

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

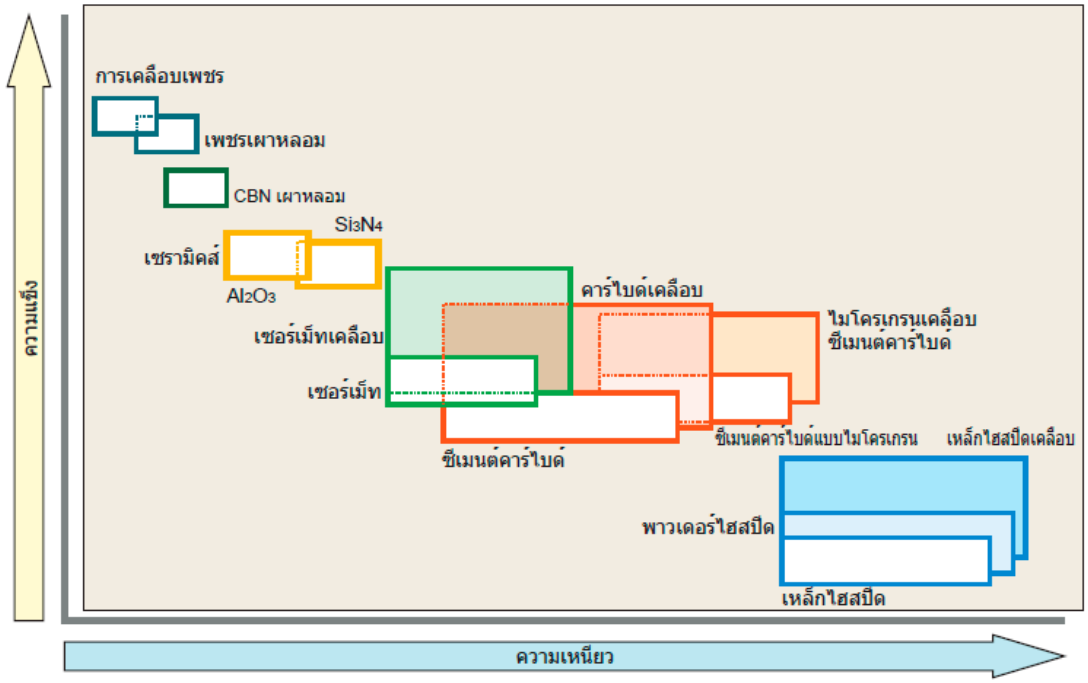
2.1 วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดจะต้องมีคุณสมบัติทางกลดังนี้

2.1.1 คงความแข็งที่อุณหภูมิสูงๆได้ดี วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดที่ดีควรจะคงความแข็งไว้ได้ในขณะ ใช้งานที่อุณหภูมิสูงๆ ตัวอย่างเช่น เหล็กกล้าคาร์บอนที่อุณหภูมิใช้งาน 427 องศาเซลเซียส ค่าความแข็งแรงจะลดลงถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เหล็กกล้าไฮสปีดใช้งานที่อุณหภูมิเท่ากันค่าความแข็งแรงจะลดลงไป 17 เปอร์เซ็นต์

2.1.2 ต้านทานการสึกหรอได้ดี วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดควรจะมีคุณสมบุติในการต้านทานการสึกหรอที่เกิดจากการตัดเฉือนและการเสียดสีได้ดี

2.1.3 มีความเหนียว วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือจะต้องมีความเหนียวอยู่ในตัวไม่เปราะแตกหักง่ายเมื่อตัดเฉือนชิ้นงาน

จากรูปที่ 2.1 ด้านล่างนี้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุของเครื่องมือต่างๆ ความแข็งแรงแสดงบนแกนแนวตั้ง และความเหนียวแสดงบนแกนแนวนอน ปัจจุบันนี้ ซีเมนต์คาร์ไบด์ คาร์ไบด์เคลือบและ Tic-Tin-based เซอร์เม็ท เป็นวัสดุเครื่องมือหลักในตลาด เนื่องจากวัสดุเหล่านี้มีความสมดุลระหว่างความแข็งและความเหนียว



รูปที่ 2.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างวัสดุของเครื่องมือต่างๆ ความแข็งแรง และความเหนียว

ตารางที่ 2.1

ลักษณะเฉพาะของเกรด

วัสดุแข็ง	ความแข็ง (Hv)	การเกิดพลังงาน (kcal/g • atom)	การละลายในเหล็ก (%.1250°C)	การนำความร้อน (W/m • k)	การแผ่ความร้อน (×10⁻⁶/k) *	วัสดุเครื่องมือ
เพชร	>9000	—	ละลายได้ดี	2100	3.1	เพชรเผาหลอม
CBN	>4500	—	—	1300	4.7	CBN เผาหลอม
Si_3N_4	1600	—	—	100	3.4	เซรามิคส์
Al_2O_3	2100	-100	≒0	29	7.8	เซรามิคส์ ซีเมนต์คาร์ไบด์
TiC	3200	-35	<0.5	21	7.4	เซอร์เม็ท คาร์ไบด์เคลือบ
TiN	2500	-50	—	29	9.4	เซอร์เม็ท คาร์ไบด์เคลือบ
TaC	1800	-40	0.5	21	6.3	ซีเมนต์คาร์ไบด์
WC	2100	-10	7	121	5.2	ซีเมนต์คาร์ไบด์

* $1W/m \cdot K = 2.39 \times 10^{-3} cal/cm \cdot sec \cdot °C$

2.2 วัสดุตัดเฉือนที่ใช้กับเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

วัสดุตัดเฉือนที่นำมาใช้ขึ้นรูปชิ้นงานที่ผลิตด้วยเครื่องจักรกลอัตโน มัติ เช่น เครื่องกลึง ซีเอ็นซี เครื่องกัด ซีเอ็นซี ปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุตัดเฉือนที่ใช้กับเครื่องจักรกลอัตโนมัติออกเป็นหลายชนิด ดังนี้

2.2.1 ซีเมนเต็ดคาร์ไบด์

2.2.2 คาร์ไบด์เคลือบ

2.2.3 เซอร์เม็ท

2.2.4 เซรามิค

2.2.5 คิวบิก โบรอนไนไตรด์

2.2.6 เพชรโพลีคริสตัลลีน

รูปที่ 2.2 รูปร่างและรูปทรงของมีดอินเสิร์ตแบบต่างๆ

2.2.2 คาร์ไบด์เคลือบ (Coated Cargide)

มีดที่ทำจากทังสเตนคาร์ไบด์จะมีคุณสมบัติทนการสึกหรอได้มากเมื่อถูกเคลือบด้วยสารที่ทนต่อการสึกหรอ ทนต่อการเสียดสี ซึ่งได้แก่ ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC) ไทเทเนียมไนไตรด์ (TiN) หรืออะลูมิเนียมออกไซด์ มีคาร์ไบด์เคลือบนี้จะทำให้สามารถตัดเฉือนเนื้อโลหะได้เร็วกว่ามีคาร์ไบด์ธรรมดาได้ถึง 5 เท่า การเคลือบผิวนี้จะมีชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้

คุณสมบัติ

ในด้านการใช้งาน มีดที่ทำ จากคาร์ไบด์เคลือบไม่เหมาะกับงานไลต์ฟินิชิ่ง (Light finishing) งานที่มีผิวชิ้นงานขรุขระมีทรายฝังอยู่หรือผิวมีเกร็ด และงานที่กัดลึกและมีการสะดุดด้วย มีดเคลือบคาร์ไบด์ ไม่เหมาะกับการกัดหรือกลึงโลหะนอกกลุ่มเหล็ก โดยทั่วๆ ไปแล้วจะใช้กับ งานกัดขึ้นรูป งานกัดร่อง งานคว้าน โลหะประเภทเหล็กเหนียว และเหล็กหล่อ ค่าความเร็วตัดตั้งแต่ 50 จนถึง 250 เมตร/นาที

2.2.3 เซอร์เม็ท (Cermet)

วัสดุเซอร์เม็ท เป็นส่วนผสมระหว่างโลหะกับเซรามิคแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ 3 กลุ่ม คือ

ก. ไทเทเนียมคาร์ไบด์ –ไทเทเนียมไนไตรด์ เซอร์เม็ท (Ti C-Ti N Cerment)

มีดเซอร์เม็ทชนิดนี้ประกอบด้วยโลหะประเภทไทเทเนียมคาร์ไบด์และไทเทเนียมไนไตร์ด โดยมีนิกเกิลและโมลิบดินัมเป็นสารประสานการเพิ่มโลหะ TiC และ TiN เข้าไป ทำให้มีความแข็งและเหนียวมีความหนาแน่นมากกว่าเซรามิคและมีโครงสร้างของเกรนที่ละเอียด มีดเซอร์เม็ทชนิดนี้นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางมากที่สุด

คุณสมบัติ

- คมตัดมีความคม ต้านทานการสึกหรอสูง ใช้ความเร็วตัดได้สูงถึง 2-3 เท่าของมีดคาร์ไบด์ และมีอายุมีดยาวนานกว่า
- ใช้งานกัดผิวละเอี ยดและงานคว้านรูได้ทั้งเหล็กเหนียวและเหล็กหล่อและงานกัดโลหะซินเตอร์ เหล็กเหนียว หล่อ

ข. คาร์ไบด์ เซอร์เม็ท (Carbide Cerment)

เป็นวัสดุตัดเฉือนที่พัฒนาขึ้นใหม่ ในตระกูลมีดเซอร์เม็ทชนิดนี้ทนต่อการกระแทกได้ดีเลิศ มีความแข็งแรงสูงทนต่อการเสียดสีได้ดีมาก และนำความร้อนได้ดี ใช้ได้ในงานกัดเหล็ก งานกัดร่องโดยใช้สารหล่อเย็นช่วยระบายความร้อน ค่าความเร็วตัดตั้งแต่ 50-250 เมตร/นาที

ค. ไทเทเนียมไนไตรด์ เซอร์เม็ท (Ti N Cermet)

เป็นมีดที่มีส่วนผสมของไทเทเนียม ไนไตรด์มากกว่าไทเทเนียมคาร์ไบด์ และมีความเหนียวมากกว่า มีด TiC – TiN Cermet

คุณสมบัติ

- มีความคงทนต่อความเหนียวดีมากเพราะมีส่วนประกอบหลักคือไทเทเนียมไนไตรด์ ซึ่งมีความทนต่อการแตกที่อุณหภูมิสูงๆ ได้ (Thermal shock Resistance) และคงทนต่อการเกิดหลอมตัวที่คมตัด (Plastic Deformation) ได้ดีมาก
- มีดไทเทเนียมไนไตรด์ เซอร์เม็ท ใช้กับงานตัดเฉือนที่มีการพอกหน้ามีด (Built-up edge) ได้ดีและใช้กับงานที่ทนต่อการแตกหักเนื่องจากทนความร้อนได้ดีเพราะมีการเหนี่ยวนำความร้อนที่ดี จึงทนต่อการสึกหรอสูง
- มีดไทเทเนียมไนไตรด์ เซอร์เม็ท ใช้กับงานขึ้นรูปผิวละเอียดได้ดีเพราะมีการต้านทา นการเกิดหลุม (Crater resistance) ที่ผิวมุมคายได้ดี

2.2.4 เซรามิค (Ceramic)

มีดที่ทำด้วยวัสดุเซรามิคจะขึ้นรูปโลหะได้เร็วกว่ามีดอื่นๆ รวมทั้งมีดที่ทำด้วยทังสเตนคาร์ไบด์ ทั้งนี้เพราะมีดเซรามิคมีความแข็งสูงแม้ขณะร้อน มีค่าสัมประสิทธิของความฝืดต่ำ มีคุณสมบัติที่ทนต่อการสึกหรอสูง และมีการนำความร้อนต่ำ ความร้อนที่เกิดจากการตัดเฉือนจะถูกนำพาไปกับเศษโลหะ (Chip) ทำให้ทั้งมีดและด้ามมีด ตลอดจนชิ้นงานมีความร้อนต่ำไปด้วย

อย่างไรก็ดี วัสดุเซรามิคก็มีคุณสมบัติค่อนข้างไปในทางเปราะ จึงต้องระวังไม่ให้รับความร้อนหรือแรงกระแทกในทันทีทันใด ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องให้เกิดน้อยที่สุด โดยทั่วไปแล้ว จะใช้มุมคายของมีดเซรามิคเป็นลบเพื่อป้องกันการแตกหัก จากแรงตัดเฉือน

เซรามิคใช้งานได้ดี ในงานกัดวัสดุเหล็กเหนียว เหล็กหล่อด้วยความเร็วสูงติดต่อกันนานๆ เซรามิคใช้แทนคาร์ไบด์ในกรณีที่ใช้คาร์ไบด์แล้วสึกเร็ว แต่จะใช้แทนมีดคาร์ไบด์ในกรณีที่คาร์ไบด์แตกง่ายไม่ได้ เพราะเซรามิคแตกง่ายกว่า

เซรามิคมีค่าความแข็งอยู่ประมาณ 800-2000 วิกเกอร์ (kg/cm^2) ที่อุณหภูมิใช้งานจนถึง 1200°C

วัสดุตัดเฉือนกลุ่มเซรามิคมี 4 ชนิด ด้วยกันคือ

ก. อลูมินาออกไซด์ เซรามิค ($A1_2 O_3$ Ceramic)

ข. อลูมินาออกไซด์-ไทเทเนียมคาร์ไบด์ เซรามิค ($A1_2 O_3$ - TiC Ceramic)

ค. ซิลิคอนไนไตรด์ เซรามิค ($Si_3 N_4$ Ceramic)

ง. ไทเทเนียมคาร์ไบด์ เซรามิค (TiC Ceramic)

ก. อลูมินาออกไซด์ เซรามิค ($A1_2 O_3$ Ceramic)

มีดอลูมินาออกไซด์เซรามิคประกอบด้วยอลูมินาบริสุทธิ์มาก ($A1_2 O_3$) และโลหะซินเตอร์ โดยกรรมวิธีอัดเย็นหรืออัดร้อนหรือ HIP method มีผลให้เม็ดเกรนละเอียดและมีโครงสร้างที่มีความหนาแน่นสูง ทนต่ออุณหภูมิสูงๆ และทนต่อปฏิกิริยาทางเคมีได้

คุณสมบัติ

- ให้อัตราการผลิตสูง เมื่อเปรียบเทียบกับมีดชนิดซีเมนต์คาร์ไบด์ เพราะใช้ความเร็วตัดได้สูงถึง 800 เมตร/นาที
- ใช้ขึ้นรูปวัสดุที่มีผิวแข็งได้เช่น โลหะที่ผ่านการชุบผิวแข็ง, วัสดุประเภทเหล็กหล่อ
- ใช้ขึ้นรูปงานที่ต้องการผิวละเอียดได้ดีเป็นพิเศษ เพราะว่าการเกิดการพอกหน้ามีดของเศษโลหะ (Built-up edge) เกิดขึ้นน้อย มีดชนิดนี้ใช้กับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงสูง

ข. อลูมินาออกไซด์-ไทเทเนียมคาร์ไบด์ เซรามิค ($A1_2 O_3$ - TiC Ceramic)

เมื่อเปรียบเทียบกับมีดชนิดอลูมินาออกไซด์เซรามิคแล้วมีดชนิดนี้จะมีความต้านทานการกระแทกในการขึ้นรูปได้สูงกว่า มีความคงความแข็งในการทำงานที่อุณหภูมิสูงๆ ได้ดีมากและมีการหลอมละลายที่คมตัดน้อย

คุณสมบัติ

- ใช้ในงานกลึงทั่วๆ ไป งานคว้าน งานกัดร่อง เหล็กหล่อ
- ใช้ในงานตัดเฉือนยากๆ เช่น โลหะแข็ง มีดชนิดนี้สามารถตัดเฉือนโลหะที่ผ่านการชุบแข็งที่มีความแข็งต่ำกว่า 65 HRC ได้

ค. ซิลิคอนไนไตรด์ เซรามิค ($Si_3 N_4$ Ceramic)

มีดชนิดนี้ประกอบด้วยเซรามิคกับวัสดุไซอาลอน (Sialon material) และซิลิคอนไนไตรด์ชนิดพิเศษ

วัสดุไซอาลอน เป็นวัสดุแข็งมากชนิดใหม่มากที่พัฒนาโดยบริษัท ลูเคส (Lucas Ltd) แห่งอังกฤษ เป็นสารประกอบผสมของซิลิคอนไนไตรด์และอลูมินา ผลิตโดยกรรมวิธีโลหะผงเช่นเดียวกันกับซีเมนเต็ดคาร์ไบด์ ใช้กัดโลหะนิกเกิลผสม กลุ่มโลหะทนความร้อนและเหล็กหล่อได้ดี แต่ไม่เหมาะสมกับงานเหล็กกล้าและโลหะนอกกลุ่มเหล็กอื่นๆ

คุณสมบัติ

- สามารถขึ้นรูปอย่างหยาบๆ ได้ด้วยความเร็วรอบสูงๆ
- มีความเหนียวเป็น 2 เท่าของมีดอลูมินาออกไซด์ เซรามิค
- มีความต้านทานการสึกหรอได้สูง

ง. ไทเทเนียมคาร์ไบด์ เซรามิค (TiC Ceramic)

มีดชนิดนี้ใช้ได้ดีกับการขึ้นรูปเหล็กหล่อเหนียวมีคุณสมบัติในการทนต่อการสึกหรอที่ความเร็วตัดสูงๆ ได้ ตั้งแต่ 150-400 เมตร/นาที และมีความต้านทานการแตกหักได้สูงกว่ามีดเซรามิคชนิด ($A1_2 O_3$ - TiC Ceramic)

2.2.5 คิวบิก โบรอนไนไตรด์ (Cubic boron nitride)

สารนี้เป็นวัสดุเครื่องมือตัดชนิดใหม่ประกอบด้วยเม็ดเกรนของ CBN (Cubic boron nitride) และยึดด้วยเซรามิคชนิดพิเศษ วัสดุเครื่องมือตัดชนิดนี้มีคุณสมบัติที่ดีเลิศเช่น มีความแข็งสูงที่อุณหภูมิปกติ และอุณหภูมิทำงานสูงๆ โดยมีผลกระทบต่อปฏิกิริยาทางเคมีน้อยที่สุด

คุณสมบัติ

- เนื่องจากคิวบิก โบรอนไนไตรด์ ประกอบด้วยเซรามิคชนิดพิเศษ จึงทำงานได้ดีเลิศกับโลหะที่ชุบผิวแข็ง สามารถขึ้นรูปโลหะที่ชุบผิวแข็ง ที่มีความแข็งมากกว่า HRC 60 ได้เช่นเหล็กชุบผิวแข็งและเหล็กหล่อสีเทาที่มีความเร็วรอบสูงๆ ได้ ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการขึ้นรูปสูง
- คิวบิก โบรอนไนไตรด์ ใช้ในงานกัดเหล็กหล่อสีเทาให้ผิวที่ละเอียดได้ดีมากและอายุมีดยาวนาน เมื่อเปรียบเทียบกับเซรามิคและสามารถใช้ความเร็วตัดได้สูงถึง 800 เมตร/นาที ในงานกลึงเหล็กหล่อสีเทา

2.2.6 เพชรโพลีคริสตัลลีน (Polyerystalline diamond)

สารนี้เป็นวัสดุตัดเฉือนที่มีความแข็งมากอยู่ในกลุ่มอโลหะ เหมาะสำหรับใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภทอโลหะและโลหะนอกกลุ่มเหล็ก แต่ไม่เหมาะกับงานขึ้นรูปโลหะประเภทเหล็กทั้งนี้เพราะเพชรเป็นธาตุคาร์บอน ไม่ว่าจะเป็นเพชรธรรมชาติหรือเพชรสังเคราะห์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับเหล็กระหว่างการขึ้นรูปและทำให้เกิดอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้มีดแตกเป็นสะเก็ดได้มีดที่ทำจากสารเพชรโพลีคริสตัลลีนนี้ ไม่เหมาะที่จะใช้ขึ้นรูปโลหะที่มีความเหนียวและมีค่าความเต้นแรงดึงสูง (High Tensik Strenght) เพราะมีดจะแตกได้ง่าย

วัสดุเครื่องตัดเฉือนประเภทนี้มีราคาสูงจึงไม่ค่อยใช้กันอย่างแพร่หลายนัก มีใช้บ้างกับงานขึ้นรูปวัสดุประเภทแกรไฟต์ พลาสติก และแก้วเสริมพลาสติกใช้ความเร็วตัดได้ตั้งแต่ 150 จนถึง 1800 เมตร/นาที

จากวัสดุตัดเฉือนที่กล่าวมาแล้วทั้งหมด วัสดุเครื่องมือตัดกลุ่มคาร์ไบด์เคลือบ (Coated Carbide) เป็นที่น่าสนใจมากที่สุด เพราะคุณสมบัติในด้านการใช้งานดีและราคาพอสมควรขณะที่วัสดุเครื่องมือตัดประเภทอื่นๆ มีราคาค่อนข้างสูง ในขณะนี้คาร์ไบด์เคลือบครองตลาดถึงร้อยละ 40 และคาดว่าอาจจะขึ้นถึงร้อยละ 70 ในอีก 10 ปีข้างหน้า โดยที่เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ใหม่ๆ จะใช้มีดอินเสิร์ททำด้วยคาร์ไบด์เคลือบร้อยละ 80 และใช้มีดอินเสิร์ททำด้วยเซรามิคและวัสดุอื่นๆ ร้อยละ 20

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

2.3 การเลือกใช้ค่าความเร็วตัด และอัตราป้อนสำหรับวัสดุมีดกัดชนิดต่างๆ

มีดกัดต่างๆ ที่ผลิตออกมามีคุณสมบัติในการตัดเฉือนด้วยค่าความเร็วตัดและอัตราป้อนที่แตกต่างกัน มีดบางชนิดเหมาะกับงานกัดขึ้นรูปหยาบๆ และมีดบางชนิดเหมาะกับงานกัดผิวละเอียดและใช้ความเร็วตัดสูงๆ ดังนั้นผู้ใช้จึงต้อง ศึกษารายละเอียดข้อมูลจำเพาะของวัสดุมีดกัดชนิดนั้นๆ ที่ผู้ผลิตแนะนำได้

หลักในการพิจารณาการเลือกใช้ค่าความเร็วตัดและอัตราป้อนในการตัดเฉือนจะต้องมีความสัมพันธ์กันและจะต้องคำนึงถึงโลหะที่ใช้ตัดเฉือนด้วย โดยมีหลักในการพิจารณาดังนี้

อัตราป้อนหยาบ	ใช้ ค่าความเร็วตัดต่ำ
อัตราป้อนละเอียด	ใช้ ค่าความเร็วตัดสูง
วัสดุโลหะแข็ง	ใช้ ค่าความเร็วตัดต่ำ
วัสดุโลหะเบา	ใช้ ค่าความเร็วตัดสูง

จากวัสดุมีดกัดที่กล่าวมาทั้งหมดเมื่อนำคุณสมบัติในการตัดเฉือนมาเปรียบเทียบกันในด้านความเร็วตัดและอัตราป้อนแล้วจะได้ความแตกต่างในการเลือกใช้ค่าความเร็วตัดและอัตราป้อนของวัสดุมีดกลึงแต่ละชนิดซึ่งสามารถนำไปเลือกใช้ในการปฏิบัติงานได้

การเลือกใช้มีดคาร์ไบด์

การเลือกใช้มีดคาร์ไบด์มีองค์ประกอบที่ควรพิจารณาเลือกใช้ดังนี้

1. เงื่อนไขการทำงาน
2. การเลือกใช้เกรดของมีดคาร์ไบด์
3. การเลือกใช้รัศมีปลายมีด
4. การเลือกใช้ขนาดของอินเสิร์ท
5. การเลือกใช้รูปร่างของอินเสิร์ท
6. การเลือกใช้ความหนาของอินเสิร์ท
7. การเลือกใช้มุมคาย
8. การเลือกใช้ชนิดของด้ามมีด
9. การเลือกใช้ขนาดของด้ามมีด

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

เงื่อนไขการทำงาน

ผู้ปฏิบัติงานกัด CNC ต้องกำหนดเงื่อนไขที่ใช้ในการทำงานให้เหมาะสม เช่น การกำหนดอัตราการตัดเฉือน ความเร็วตัด และความลึกในการเฉือน

ความเร็วตัดมีผลกระทบมากที่สุดต่ออายุของมีด ถ้าเพิ่มค่าความเร็วตัดขึ้น 50 เปอร์เซ็นต์อายุคมมีดจะลดลงไปถึง 80 เปอร์เซ็นต์และถ้าเพิ่มอัตราการป้อนขึ้นอีก 50 เปอร์เซ็นต์ อายุคมีดจะลดลงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ การกำหนดค่าความลึกในการตัดเฉือนขึ้นอยู่ กับขนาดและความหนาของมีด อินเสิร์ท และขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของวัสดุงานด้วยเช่น ถ้าวัสดุงานแข็ง ควรลดอัตราป้อน ความเร็วตัดและความลึกในการเฉือนลง

มีดอินเสิร์ท เมื่อใช้งานแล้วจะเกิดการสึกหรอที่คมตัดและที่คมด้านข้า งมีด(Wear flawk)และเกิดหลุม(Crater) ที่ผิวคายของมีดอินเสิร์ท อาจเนื่องมาจากเงื่อนไขการตัดเฉือนไม่เหมาะสมดังนั้นผู้ปฏิบัติควรพิจารณาและหาวิธีแก้ไข ดังนี้

การแก้ไขการเกิดกาสึกหรอที่คมตัด

1. ลดความเร็วตัด
2. เพิ่มอัตราป้อน
3. เปลี่ยนมีดคาร์ไบด์ที่มีเกรดแข็งกว่าและต้านทานการสึกหรอได้ดีกว่า

การแก้ไขคมตัดบิ่นหรือแตกหัก

1. เพิ่มความเร็วตัด
2. ลดอัตราป้อนหรือความลึกการตัดเฉือน
3. เปลี่ยนมีดคาร์ไบด์ที่มีเกรดเหนียวกว่า
4. ใช้มุมคายเป็นลบ
5. ผิวมุมคายจะต้องขัดมัน
6. ตรวจสอบแข็งและความยาวของมีดที่ยื่นออกมาจากจุดยึดมีด

การแก้ไขการเกิดการพอกหน้ามีดที่คมตัด

1. เพิ่มความเร็ว
2. ใช้มุมคายเป็นบวก
3. ใช้มีที่มีเกรดไทเทเนียมผสมอยู่

การแก้ไขการเกิดการสึกหรอที่คมข้างมีด

1. เพิ่มมุมด้านข้างของมีด
2. ลดอัตราป้อน

การเลือกใช้เกรดซีเมนเต็ดคาร์ไบด์

ซีเมนเต็ดคาร์ไบด์ มี 2 กลุ่มหลัก คือ

กลุ่มที่ 1 เกรดคาร์ไบด์ ประกอ บด้วยทังสเตนคาร์ไบด์และผงโคบอลท์ ใช้สำหรับขึ้นรูปเหล็กหล่อ โลหะนอกกลุ่มเหล็ก

กลุ่มที่ 2 เกรดผสม ระหว่างทังสเตนคาร์ไบด์ไทเทเนียมคาร์ไบด์ แทนทาลัมคาร์ไบด์และผงโคบอลท์ ใช้สำหรับงานขึ้นรูปเหล็กเหนียว มีความต้านทานการเกิดหลุมและการหลอมของคมตัด

เกรดของคาร์ไบด์ ของ สมาคมผู้ผลิตซีเมนเต็ดคาร์ไบด์ (The Cemented Carbide Producers Association (CCPA)) ได้แบ่งเกรดของซีเมนเต็ดคาร์ไบด์ไว้ดังนี้

C1 ใช้ในงานตัดเฉือนหยาบๆ
C2 ใช้ในงานตัดเฉือนทั่วๆไป เหล็กหล่อและโลหะนอกกลุ่มเหล็ก
C3 ใช้ในงานผิวละเอียด
C4 ใช้ในงานคว้านที่ต้องการความเที่ยงตรง
C5 ใช้ในการตัดเฉือนหยาบๆ
C6 ใช้ในการตัดเฉือนทั่วๆไปเหล็กเหนียว
C7 ใช้ในงานผิวละเอียด
C8 ใช้ในงานคว้านที่ต้องการความเที่ยงตรง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

<u>หมายเหตุ</u>

C4 คือ อินเสิร์ทเกรดแข็งที่สุดสำหรับงานเหล็กหล่อ

C8 คือ อินเสิร์ทเกรดแข็งที่สุดสำหรับงานเหล็กเหนียว

การเลือกใช้

1. เลือกใช้เกรดที่มีความแข็งสูงสุด กับงานที่มีความแข็งเพื่อป้องกันการแตกหัก
2. เลือกใช้เกรดทังสเตนคาร์ไบด์ สำหรับงานที่ต้านทานการเสียดสีสูงสุด

รูปร่างของเม็ดมีดอินเสิร์ทแบบต่างๆ

มีดอินเสิร์ทแบบกลม เป็นชนิดที่มีความแข็งแรงมากที่สุดและมีรัศมีที่มาก ทำให้ใช้อัตราป้อนได้มากในงานขึ้นรูปผิวละเอียด มีดอินเสิร์ทกลมมีคมตัดรอบตัวมีด และเป็นมีดที่เหมาะสมที่สุด

มีดอินเสิร์ทแบบสี่เหลี่ยม มีความแข็งแรงน้อยกว่าและมีคมตัดน้อยกว่ามีด อินเสิร์ทกลม แต่มีความแข็งแรงมากกว่ามีดอินเสิร์ทแบบสามเหลี่ยม มุมระหว่างคมตัดคือ 90 องศาและมีคมตัดที่สามารถใช้งานได้ถึงแปดคมตัด

มีดอินเสิร์ทแบบสามเหลี่ยม มีความคล่องตัวในการทำงานมากที่สุด เช่น ใช้ขึ้นรูปให้เกิดเป็นร่อง หรือ ตกร่องได้ เนื่องจากมีมุมที่ใช้ตั้งแต่ 35 จนถึง 80 องศา มีดอินเสิร์ทแบบสามเหลี่ยมมีความแข็งแรง และมีคมตัดน้อยกว่ามีดอินเสิร์ทแบบกลมและแบบสี่เหลี่ยม

การเลือกใช้ขนาดอินเสิร์ท

การเลือกใช้ขนาดมีดอินเสิร์ทควรจะเล็กที่สุดที่สามารถทนทานต่อความลึกการตัดเฉือนและอัตราป้อนที่ใช้ทำงานได้ค่าความลึกการตัดเฉือนมากที่สุดที่ยอมได้ ตามหลักการเลือก อินเสิร์ทคือใช้ความลึก 1/5 เท่าของความยาวคมตัดที่ใช้งาน อัตราป้อนหยาบสำหรับเหล็กเหนียวควรจะประมาณ 1/10 ของความลึกการตัดเฉือน

2.4 เม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert)

เครื่องมือตัดสำหรับงานกัดด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี ส่วนใหญ่จะเป็น เม็ดมีดอินเสิร์ท (Insert) เนื่องจากเม็ดมีดอิน เสิร์ท (Insert) เมื่อเกิดการสึกหรอหลังการใช้ งาน ไม่ต้องถอดออกไปลับคมตัดใหม่ซึ่งจะไม่เหมือนกับมีดตัดที่ทำ จากเหล็กคาร์บอนและเหล็กรอบสูง High Speed Steel (HSS) ซึ่งคมตัดจะอยู่ติดที่ตัวด้ามมีด เมื่อเวลาใช้ไปแล้วเกิดการสึกหรอจะต้องถอด ออกจากป้อมทูลแล้วนาไปลับคมตัดใหม่ แล้วจึงนำกลับมาประกอบกับป้อมทูลอีกครั้งโดยจะ สูญเสียเวลาในการปฏิบัติงานมาก จากเหตุผลดังกล่าวจึงมีการพัฒนามีดตัดแบบ มีดอินเสิร์ท (Insert) ซึ่งแยกคมตัดออกจากด้ามมีด ในหนึ่งเม็ดมีดอินเสิร์ทประกอบด้วยคมตัดหลาย ๆ คม ขึ้นอยู่กับรูปร่างของเม็ดมีด เช่น รูปร่างสี่เหลี่ยมจะมีคมตัด 8 คม และรูปร่างสามเหลี่ยมจะมีคม ตัด 6 คม เป็นต้น วิธีการผลิตเม็ดมีดอินเสิร์ทนั้นจะขึ้นรูปด้วยวิธีการ Sinter และวัสดุที่ใช้ทำเม็ดมีดอินเสิร์ท ส่วนใหญ่จะทำจากทังสเตนคาร์ไบด์ นอกจากนี้ยังมีวัสดุพวก Ceramic , Cermet , Cubic Boron Nitride (CBN) Polycrystalline Diamond (PCD)

รูปที่ 2.3 รูปร่างของมีดอินเสิร์ท (Insert) แบบต่าง ๆ

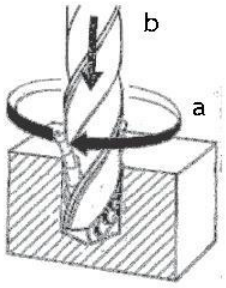
2.5 ชนิดของเครื่องมือตัด (Type of Cutting Tools)

เครื่องมือที่ใช้ในงานกัด ในปัจจุบันนี้มีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดจะมีลักษณะของการทำงานไม่เหมือนกัน ดังนี้

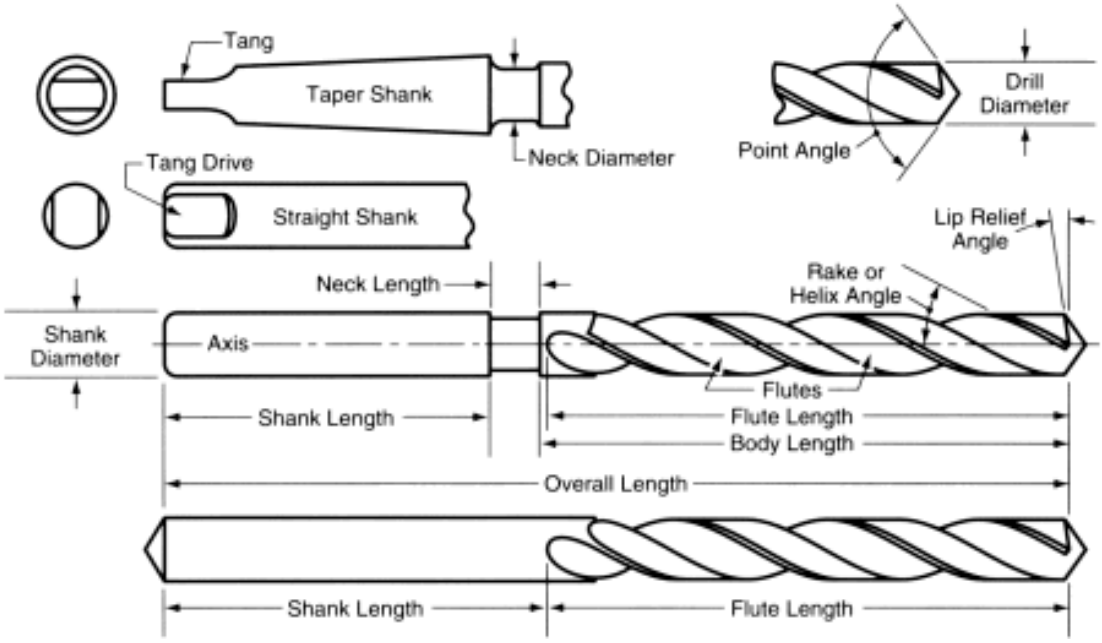
1) มีดกัดธรรมดา (End Mill) หรือบางชนิดมีชื่อเรียกว่า มีดกัดประสิทธิภาพสูง (Heavy Duty End Mill) มีดกัดมีการจับยึดด้วยหัวจับแบบปลอกยึด (Collet) ลักษณะคมตัดของมีดกัดจะแบ่งตามลักษณะของการใช้งาน คือ คมตัดเฉียง คมตัดตรง และแบ่งตามจำนวนของคมตัดได้อีกด้วย เช่น คมตัดแบบสองคม คมตัดมากกว่าสองคม โดยทั่วไปแล้ว มีดกัดตั้งใช้สำหรับกัดเซาะร่องลึก (Deep Grooves) และกัดแบบหลุม (Pocket) ดังรูป

รูปที่ 2.4 มีดกัดธรรมดา

2) ดอกสว่าน (Twist Drill) เป็นเครื่องมือตัดที่มีคมตัดสองคมและมีร่องพันรอบเป็นเกลียวหอยอยู่รอบๆ ลำตัว ร่องนี้มีหน้าที่ระบายเศษโลหะที่เจาะออกไปจากผิวงาน ดอกสว่านขณะเดินเข้าเจาะจะต้องเดินอยู่สองทิศทาง คือ ทิศทางที่ a ดอกสว่านจะต้องหมุน และทิศทางที่ b ดอกสว่านจะต้องเดินเข้าหาผิวงาน ดังรูป



รูปที่ 2.5 ทิศทางหมุนและเดินป้อนดอกสว่าน



รูปที่ 2.6 ส่วนต่างๆ ของดอกสว่าน

3) ดอกเจาะนำศูนย์ (Center Drill) ดอกเจาะนำศูนย์เป็นการเจาะรูให้ได้จุดกึ่งกลางตามความลึกที่ต้องการ ดังนั้นที่ชิ้นงานรูที่ผ่านการเจาะให้เป็นรูปทรงกระบอกและที่ปากของรูที่เจาะนำศูนย์จะผายปากรูเรียวให้เป็นมุม 60^{o} การเจาะนำศูนย์เป็นการเจาะนำเพื่อไม่ให้ชิ้นงานเคลื่อนหนีหรือขยับได้ เป็นการป้องกันไม่ให้มีดกัดแตกหักหรือชำรุดได้

รูปที่ 2.7 ดอกเจาะนำศูนย์

4) มีดกัดเซาะร่องตัวที (T-Slot Cutter) เป็นการกัดร่องฉากภายหลังการกัดด้วยดอกกัด End Mill แล้วลักษณะรูปร่างและคมตัดมีดกัดร่องตัวที ซึ่งจะมีก้านจับทั้งแบบก้านจับตรงและแบบก้านจับเรียว รวมทั้งคมตัดตรงและคมตัดเฉียง

รูปที่ 2.8 มีดกัดเซาะร่องตัวที

5) มีดกัดร่องหางเหยี่ยว (Dovetail Cutter) ใช้ในการกัดชิ้นงานให้ขึ้นรูปด้วยดอกกัดที่มีคมตัดเอียงเป็นมุม ซึ่งในการกัดครั้งแรกจะใช้มีดกัดร่องฉาก (Slot) ภายในชิ้นงานก่อน แล้วจึงทำการกัดร่องเอียงด้วยมีดกัดร่องหางเหยี่ยว

รูปที่ 2.9 มีดกัดร่องหางเหยี่ยว

6) ดอกตัดเกลียว (Thread tap) ใช้ในการทำเกลียวที่ชิ้นงาน ดอกตัดเกลียวจะใช้คมฟัน เพื่อทำเกลียวและจะมีเศษวัสดุออกมาเป็นขดม้วนทวนเข็มนาฬิกา ในกรณีที่ทำเกลียวรูตัน จะมีเศษวัสดุเป็นเกลียวขดม้วนในลักษณะตามเข็มนาฬิกา

รูปที่ 2.10 ดอกตัดเกลียว

7) มีดกัดปลายมน (Radius Cutter) มีดกัดชนิดนี้จะมีรัศมีค วามโค้งของดอกกัดเพื่อใช้กัดผิวหน้า ผิวด้านข้างของชิ้นงาน ให้มีความมนโค้งและมีความละเอียด

รูปที่ 2.11 มีดกัดปลายมน

8) มีดกัดชนิดถอดเปลี่ยนคมตัดได้ (Index able Cutting Tool) มีดกัดชนิดนี้สามารถถอดเปลี่ยนคมตัดได้เฉพาะคมใดคมหนึ่งที่ชำรุด หรืออาจเปลี่ยนคมตัดหมดทั้งชุดก็ได้ โดยใช้การยึดสกรู ส่วนมากเป็นมีดกัดปาดหน้าผิวชิ้นงาน (Face Milling Cutting) หรือมีดกัดตั้งชนิดถอดเปลี่ยนคมตัดได้

รูปที่ 2.12 มีดกัดชนิดถอดเปลี่ยนคมตัดได้

2.6 Tool Holder

เครื่อง CNC Milling จะมีมาตรฐานของรูใน Spindle ที่ใช้ในปัจจุบัน ตั้งแต่ ISO 25 – ISO 50 หมายถึง ขนาดของ Holder ซึ่ง Holder จะมีหลักการยึด Tool แต่ละแบบไม่เหมือนกัน แต่จะต้องประกอบไปด้วย Holder และ Pull Stud สำหรับใส่ใน Spindle เพื่อให้ชิ้นส่วน Draw bar ภายใน Spindle เป็นตัวจับยึดและดึงให้ Holder ติดกับ Spindle และ Spindle จะมีเขี้ยวพา (Spindle Dog) เป็นตัวรับแรงตัดขณะ Tool หมุน

ขนาดของ Holder และ Pull Stud ที่นิยมใช้ มีดังนี้

รูปที่ 2.13 มาตรฐานของ Milling Holder

2.6 การเลือกอินเสิร์ทชนิดถอดเปลี่ยนได้

อินเสิร์ท (insert) หรือเม็ดมีดที่ถูกนำมาใช้สำหรับงานกัดซีเอ็นซี ส่วนมากแล้วจะเป็นอินเสิร์ทชนิดถอดเปลี่ยนได้ ส่วนรายละเอียดการเลือกใช้ งานนั้นเราสามารถดูได้จากคู่มือของบริษัทผู้ผลิต ซึ่งในหัวข้อนี้จะได้อธิบายถึงแนวทางของการเลือกใช้อินเสิร์ทโดยสรุปดังนี้

ตามมาตรฐานของ ISO/ANSI นั้นได้กำหนดสัญลักษณ์ชนิดของวัสดุชิ้นงานไว้ 3 ประเภทโดยใช้ตัวอักษรและสีต่างๆ แทนดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.2 การกำหนดสัญลักษณ์ชนิดของวัสดุชิ้นงานตามมาตรฐานของ ISO/ANSI

โค้ดตัวอักษร	โค้ดสี	ชนิดของวัสดุ
P	ฟ้า	เหล็กกล้า (steel)
M	เหลือง	เหล็กกล้าไร้สนิม (stainless steel)
K	แดง	เหล็กหล่อ
N	เขียว	วัสดุนอกกลุ่มเหล็ก
S	ส้ม	ซูเปอร์อัลลอย และไทเทเนียม
H	เทา	วัสดุอื่นๆ

สำหรับการกำหนดเกรดของอินเสิร์ทตามมาตรฐานของ ISO/ANSI จะกำหนดโดยพิจารณาจากชนิดของวัสดุชิ้นงานที่จะนำมาขึ้นรูปและสีต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.3 การกำหนดเกรดของอินเสิร์ทตามมาตรฐานของ ISO/ANSI

ชนิดของวัสดุชิ้นงาน	เกรดอินเสิร์ทของ ISO	เกรดอินเสิร์ทของ ANSI
P -เหล็กเหนียว -เหล็กคาร์บอน -เหล็กกล้า	P 01	C8
	P 10	C7
	P 20	
	P 30	C6
	P 40	C5
	P 50	
M -เหล็กกล้าไร้สนิม -แมงกานีส	M 10	-
	M 20	-
	M 30	-
	M 40	-
K -เหล็กหล่อเทา -เหล็กหล่อเหนียว -อะลูมิเนียม	K 01	C4
	K 10	C3
	K 20	C2
	K 30	C1

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

วัสดุชิ้นงาน – กลุ่มวัสดุ Seco, SMG (เวอร์ชั่น 1)

เหล็กกล้า,สเตนเลสเฟอร์ริติกและมาร์เทนซิติก

ISO	SMG	อ้างอิง	รายละเอียด	R_m (N/mm^2)	Kc1.1 (N/mm^2)	m_c
P	1	S275J2G3	เหล็กกล้าคาร์บอนเนื้ออ่อนมาก เหล็กกล้าเฟอร์ริติกบริสุทธิ์	<450	1350	0.21
	2	11SMn30	เหล็กกล้าตัดเฉือนง่าย	400<700	1500	0.22
	3	S355JR	เหล็กกล้าโครงสร้าง เหล็กกล้าคาร์บอนทั่วไปที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำถึงปานกลาง (<0.5%C)	450<550	1500	0.25
	4	42CrMo 4	เหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนสูง (>50%C) เหล็กกล้าแข็งปานกลางสำหรับการเพิ่มความเหนียว เหล็กกล้าอัลลอยต่ำทั่วไป	550<700	1700	0.24
	5	34CrNiMo6	เหล็กกล้าเครื่องมือทั่วไป เหล็กกล้าแข็งมากสำหรับการเพิ่มความเหนียว สเตนเลสมาร์เทนซิติก	700<900	1900	0.24
	6	X40CrMoV 51	เหล็กกล้าเครื่องมือตัดเฉือนยาก เหล็กกล้าอัลลอยสูงที่มีความแข็งสูง สเตนเลสมาร์เทนซิติก	900<1200	2000	0.24
H	7	X 120 Mn 12 (50 HRC)	เหล็กกล้าความแข็งแรงสูงตัดเฉือนยากที่มีความแข็ง 42 ถึง 56 HRC เหล็กกล้าชุบแข็งจากกลุ่มวัสดุ 3-6 สเตนเลสมาร์เทนซิติก	>1200	2900	0.22

สเตนเลสตัดเฉือนง่าย,สเตนเลส austenitic และ duplex

M	8	X8CrNiS189	สเตนเลสตัดเฉือนได้ง่าย สเตนเลสที่ผ่านการชุบด้วยแคลเซียม		1750	0.22
	9	X2CrNiMo17122	สเตนเลสตัดเฉือนยากปานกลาง สเตนเลส Austenitic และ duplex		1900	0.2
	10	X5CrNiMo17122	สเตนเลสตัดเฉือนยาก สเตนเลส Austenitic และ duplex		2050	0.2
	11	X2CrNiMoN2253	สเตนเลสตัดเฉือนยากมาก สเตนเลส Austenitic และ duplex		2150	0.2

เหล็กหล่อ

K	12	GJL-150	เหล็กหล่อแข็งปานกลาง เหล็กหล่อเทา		1150	0.22
	13	GJL-250	เหล็กหล่ออัลลอยต่ำ เหล็กหล่ออบเหนียว เหล็กหล่อกราไฟต์กลม		1225	0.25
	14	GJS-700-2	เหล็กหล่ออัลลอยตัดเฉือนยากปานกลาง เหล็กหล่ออบเหนียวตัดเฉือนยากปานกลาง เหล็กหล่อกราไฟต์กลม		1350	0.28
	15	GJL-350	เหล็กหล่ออัลลอยสูงตัดเฉือนยาก เหล็กหล่ออบเหนียวตัดเฉือนยาก เหล็กหล่อกราไฟต์กลม		1470	0.3

วัสดุอื่นๆ

N	16	AW7075	อะลูมิเนียมอัลลอย Si ต่ำ			
	17	AlSi12	อะลูมิเนียมอัลลอย Si สูง			
	18	CuZn37	อัลลอยผสมทองแดง			
S	19	Discalloy	ซูเปอร์อัลลอยที่มีส่วนผสมเหล็ก			
	20	Stellite 21	ซูเปอร์อัลลอยที่มีส่วนผสมโคบอลต์			
	21	Inconel 718 (แท่ง,ฟอร์จ,แหวน)	ซูเปอร์อัลลอยที่มีส่วนผสมนิเกิล		3300	0.24
	22	Ti6Al-4V (อบอ่อน)	ไทเทเนียมอัลลอย		1450	0.23

ข้อควรจำ: ค่า Rm มีไว้ช่วยในการเลือกกลุ่มวัสดุ เมื่อวัสดุนั้นๆ ผ่านการรีด ดึง อบชุบ หรือวิธีการอื่นๆ ซึ่งใช้ในการเพิ่มความแข็งแรงของวัสดุเท่านั้น

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

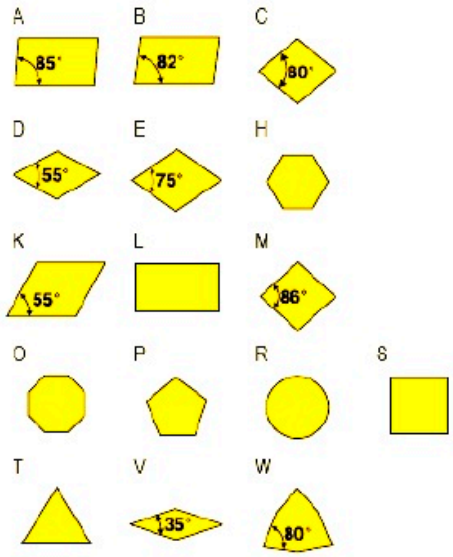
เม็ดมีดรุ่นเมตริก ข้อมูลจาก ISO 1832—1991

ขนาดของเม็ดมีดเป็นค่าจากการวัดทางทฤษฎี ขนาดและพิกัดความคลาดเคลื่อนของเม็ดมีดจาก Seco อาจมีค่าแตกต่างจากตารางด้านล่าง ข้อมูลเกี่ยวกับพิกัดความคลาดเคลื่อนของเม็ดมีดแต่ละชนิดมีเนื้อหาอยู่ในส่วนของเม็ดมีดในแคตตาล็อก

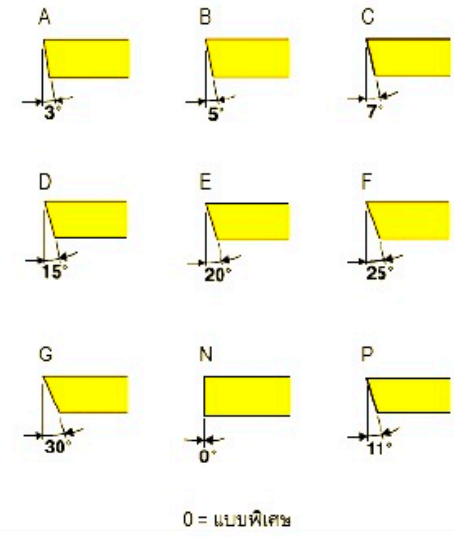
S	E	M	X	12	04	AF	T	N	-	ME12
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

1. รูปทรง



2. มุมหลบข้าง



0 = แบบพิเศษ

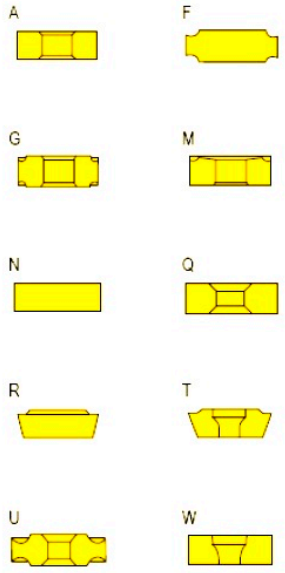
3. พิกัดความคลาดเคลื่อน

ระดับพิกัดคลาดเคลื่อน	พิกัดคลาดเคลื่อน +/- มม.			สำหรับ **d**, ขนาด (มม.)									
	m	s	d	3,175*	4,76	6,35	9,525	12,7	15,875	19,05	25,4	31,75	38,1*
A	0,005	0,025	0,025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
E	0,025	0,025	0,025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
F	0,005	0,025	0,013	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
G	0,025	0,13	0,025	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
H	0,013	0,025	0,013	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
J	0,005	0,025	0,05	•	•	•	•						
	0,005	0,025	0,08					•					
	0,005	0,025	0,10						•	•			
	0,005	0,025	0,13								•		
	0,005	0,025	0,15									•	•
K	0,013	0,025	0,05	•	•	•	•						
	0,013	0,025	0,08					•					
	0,013	0,025	0,10						•	•			
	0,013	0,025	0,13								•		
	0,013	0,025	0,15									•	•
M	0,08	0,13	0,05	•	•	•	•						
	0,13	0,13	0,08					•					
	0,15	0,13	0,10						•	•			
	0,18	0,13	0,13								•		
	0,20	0,13	0,15									•	•
U	0,13	0,13	0,08	•	•	•	•						
	0,20	0,13	0,13					•					
	0,27	0,13	0,18						•	•			
	0,38	0,13	0,25								•	•	•

*ไม่ใช่มาตรฐาน ISO

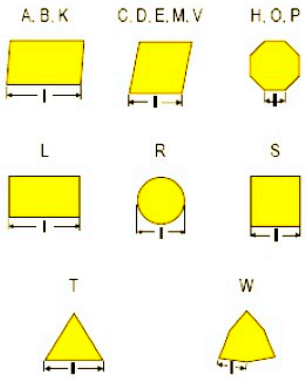
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

4. ชนิด

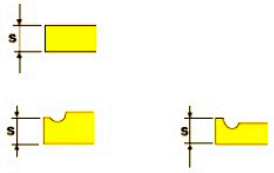


X = แบบพิเศษ

5. ความยาวคมตัด



6. ความหนา



01 = 1,59 มม.	04 = 4,76 มม.
T1 = 1,98 มม.	05 = 5,56 มม.
02 = 2,38 มม.	06 = 6,35 มม.
03 = 3,18 มม.	07 = 7,94 มม.
T3 = 3,97 มม.	08 = 8,00 มม.
	09 = 9,52 มม.

7. เม็ดมีดที่มีการลบมุม/รัศมีมุม

ตัวอักษรแรก

A = 45°
D = 60°
E = 75°
F = 85°
P = 90°
Z = แบบพิเศษ

ตัวอักษรที่ 2

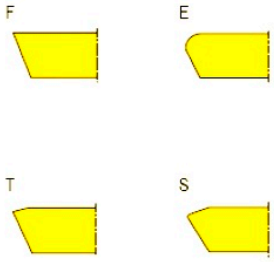
A = 3°	F = 25°
B = 5°	G = 30°
C = 7°	N = 0°
D = 15°	P = 11°
E = 20°	
Z = แบบพิเศษ	

รัศมีมุม

M0* = เม็ดมีดทรงกลม
00 = แหลม
01 = 0,1 มม.
02 = 0,2 มม.
04 = 0,4 มม.
08 = 0,8 มม.
12 = 1,2 มม.
อื่น ๆ

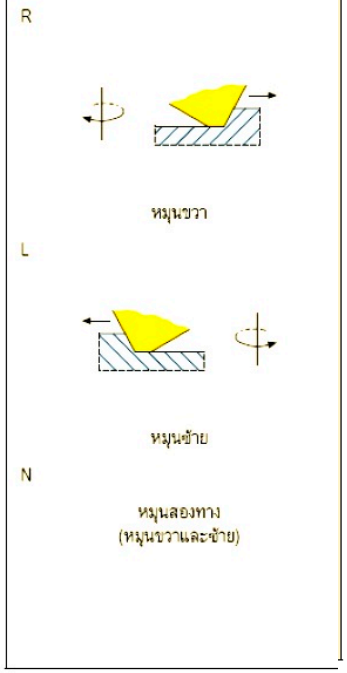
*รุ่นเมตริก

8. การออกแบบคมตัด



ไม่ใช่ข้อมูลที่จำเป็น

9. ทิศทางการตัด



10. การกำหนดสำหรับผู้ผลิต

ลักษณะการตัดเฉือน
E = ง่าย
M = ปานกลาง
D = ยาก

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

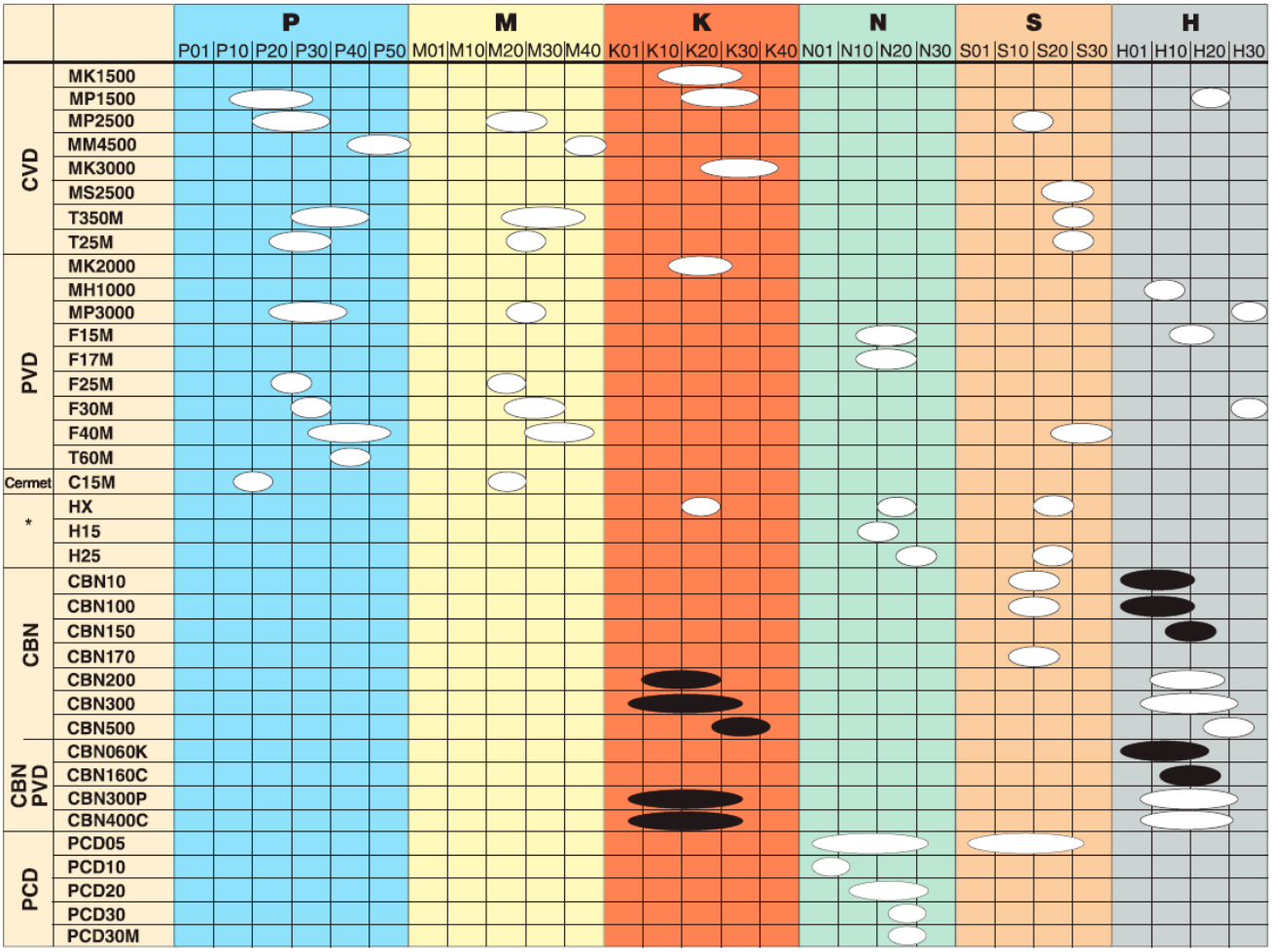
เกรดเม็ดมีด

ซีเมนต์คาร์ไบด์คืออัลลอยที่ผสมขึ้นจากทังสเตนคาร์ไบด์ (WC) และโคบอลต์ (Co) นอกจากนี้อาจมีการเติมคิวบิกคาร์ไบด์ เช่น แทนทาลัมคาร์ไบด์ (TaC) ไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC) และไนโอเบียมคาร์ไบด์ (NbC) ลงไปด้วย โดยทังสเตนคาร์ไบด์จะเป็นส่วนประกอบหลักที่ให้ความแข็ง ส่วนโคบอลต์จะเป็นตัวประสานที่ให้ความเหนียว การเพิ่มคิวบิกคาร์ไบด์ลงไปนั้น เพื่อให้มีคุณสมบัติ เช่น ความแข็งขณะอุณหภูมิสูง ความต้านทานต่อการเสียรูปและการกัดกร่อนจากสารเคมี

เกรดสมัยใหม่ส่วนใหญ่จะเคลือบด้วยเทคนิคการตกเคลือบด้วยไอเคมี CVD (Chemical Vapour Deposition) หรือการตกเคลือบด้วยไอทางกายภาพ PVD (Physical Vapour Deposition) ซึ่งการเคลือบผิวนี้จะช่วยเพิ่มความต้านทานการสึกหรอของเกรดดังกล่าวได้การเคลือบแบบ CVD อาจเป็นการเคลือบชั้นไทเทเนียมคาร์ไบด์ (TiC), ไทเทเนียมไนไตรด์ (TiN), ไทเทเนียมคาร์ไบด์ไนไตรด์ (Ti(C,N)) และอะลูมินา (Al2O3) เกรดที่มีการเคลือบแบบ CVD เหมาะสำหรับใช้ในงานที่ต้องการความต้านทานการสึกหรอ ซึ่งมีอัตราป้อนงานสูงและมีความเร็วตัดปานกลาง

วัสดุเคลือบสำหรับวิธีการ PVD โดยทั่วไปคือไทเทเนียมไนไตรด์ (TiN), ไทเทเนียมคาร์ไบด์ไนไตรด์ (Ti(C,N)) และไทเทเนียมอะลูมิเนียม ((Ti, AL)N) เกรดที่มีการเคลือบแบบ PVD เหมาะสำหรับงานที่ ใช้อัตราป้อนงานต่ำ ซึ่งต้องการคมตัดที่มีความเหนียวสูง นอกจากนี้ PVD ยังเหมาะสำหรับงา นที่ต้องการใช้ความเร็วตัดต่ำถึงความเร็วตัดปานกลางอีกด้วย

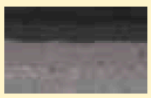
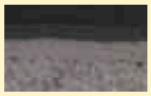
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี) หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1 รหัสวิชา 0920921102 หัวข้อย่อยที่ 2



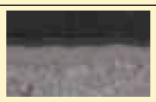
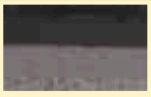
* ไม่มีการเคลือบ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

เกรดพื้นฐาน

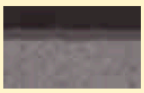
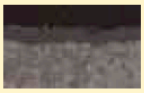
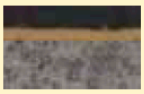
	**MK1500**	เกรดที่มีการเคลือบแบบ CVD โดยใช้ผิวเคลือบ Duratomic ™ เป็นเกรดพื้นฐานสำหรับการกัดเหล็กหล่อ และเหล็กหล่อกราไฟต์กลม โดยใช้หรือไม่ใช้การหล่อเย็นก็ได้ Ti (C, N) – Al_2O_3
	**MP2500**	เกรดที่มีการเคลือบแบบ CVD โดยใช้ผิวเคลือบ Duratomic ™ เป็นเกรดพื้นฐานสำหรับการกัดเหล็กกล้า และสเตนเลสตัดเฉือนง่าย/ยากปานกลาง โดยใช้หรือไม่ใช้การหล่อเย็นก็ได้ Ti (C, N) – Al_2O_3
	F40M	เกรดที่มีการเคลือบแบบ PVD สำหรับการกัดหยาบปานกลางจนถึงผิวสำเร็จ ตัวเลือกแรกสำหรับการกัดด้วยอัตราป้อนงานต่ำและ/หรือความเร็วตัดต่ำ เหมาะสมที่สุดสำหรับงานกัดที่เสี่ยงต่อการสะท้านและมีการใช้การหล่อเย็น แนะนำให้ใช้เกรดนี้กับงานตัดเฉือนซูเปอร์อัลลอย (Ti, Al) N – TiN

เกรดอื่น ๆ ที่มีการเคลือบแบบ CVD

	MP1500	เกรดสำหรับการกัดหยาบปานกลางภายใต้สภาวะการทำงานที่มั่นคงโดยใช้ความเร็วตัดสูงสำหรับงานกัดเหล็กชุบแข็ง เป็นเกรดที่ดีเยี่ยมสำหรับการกัดหยาบในเหล็กหล่อเทาและเหล็กหล่อกราไฟต์กลม Ti (C, N) – Al_2O_3
	**T350M**	เกรดที่มีการเคลือบแบบ CVD ซึ่งเป็นตัวเลือกพื้นฐานสำหรับสเตนเลสตัดเฉือนยากและเป็นตัวเลือกรอง สำหรับเหล็กกล้าตัดเฉือนยาก Ti (C, N) – Al_2O_3
	**MK3000**	เกรดที่เหมาะที่สุดสำหรับเหล็กกล้าเนื้ออ่อนถึงปานกลางภายใต้สภาวะการทำงานที่มั่นคง โดยใช้หรือไม่ใช้การหล่อเย็น Ti (C, N) – Al_2O_3
	MS2500	เกรดที่เหมาะที่สุดสำหรับวัสดุซูเปอร์อัลลอย และยังเหมาะสำหรับการกัดหยาบในเหล็กกล้าเครื่องมืออีกด้วย Ti (C, N) – Al_2O_3
	MM4500	เกรดที่เหนียวที่สุดสำหรับสเตนเลส duplex และยังสามารถใช้ได้กับกลุ่มวัสดุที่หลากหลาย เมื่อต้องทำงานภายใต้สภาวะการทำงานที่ไม่มั่นคง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

เกรดอื่น ๆ ที่มีการเคลือบแบบ PVD

	MH1000	เกรดที่แข็งที่สุดสำหรับการกัดเหล็กกล้าแข็งและยังสามารถใช้ได้กับ การกัดผิวสำเร็จในเหล็กหล่ออีกด้วย (Ti;Al)N
	MK2000	เกรดเสริมสำหรับการตัดเฉือนที่ยากในงานกัดปาดฉากและการกัดร่อง ในเหล็กหล่อและเหล็กหล่อกราไฟต์กลม (Ti; Al)N
	MP3000	เกรดที่ทนทานต่อการสึกหรอสูงสุดเหมาะสำหรับการกัดเหล็กกล้า (Ti, Al) N
	**F15M**	เกรดที่แข็งและทนทานต่อการสึกหรอสำหรับการกัดอะลูมิเนียมและอัลลอยที่ไม่มีแร่เหล็ก เกรดที่ดีเยี่ยม ที่รวมทั้งการลบคมและการป้องกันคมตัด สำหรับการตัดเฉือนความเร็วสูงในเหล็กกล้าชุบแข็ง (Ti, Al) N – TiN
	**F25M**	เกรดที่มีความเหนียวสำหรับการกัดหยาบในเหล็กกล้าเครื่องมือ (Ti, Al) N – TiN
	F30M	เกรดพื้นฐานสำหรับเม็ดมีด Minimaster และเม็ดมีดกัดเกลียว นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการกัดสเตนเลส, เหล็กกล้าชุบแข็ง และซูเปอร์อัลลอยอีกด้วย (Ti, Al) N – TiN
	**T60M**	เกรดที่มีความเหนียวสำหรับเม็ดมีด Minimaster เหมาะสำหรับการกัดเหล็กกล้าเนื้ออ่อนและเหล็กกล้าแข็งปานกลาง (Ti, Al) N – TiN

เกรดทีไม่เคลือบผิว

	HX	เกรดที่ทนทานต่อการสึกหรอในการกัดเหล็กชุบแข็งและอัลลอยที่ไม่มีแร่เหล็ก
	H15	เกรดที่มีความแข็ง ทนทานต่อการสึกหรอสำหรับการกัดอะลูมิเนียม
	H25	เกรดคาร์ไบด์ที่มีไมโครเกรนเหนียวสำหรับการกัดซูเปอร์อัลลอยและอะลูมิเนียม

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

เซอร์เม็ท

	C15M	เกรดเซอร์เม็ทสำหรับการกัดหยาบปานกลางจนถึงการกัดผิวสำเร็จในเหล็กกล้าที่ใช้ความเร็วตัดสูง และการกัดผิวสำเร็จในสเตนเลส ausetenitic เป็นตัวเลือกแรกเมื่อต้องการผิวสำเร็จคุณภาพสูง

Diamond (PCD)

	PCD05	เกรดนี้มีขนาดเกรนปานกลางประมาณ1 ไมครอน มีโครงสร้างเป็นเนื้อเดียวกันและผ่านการซินเทอร์อย่างดี
	PCD20	PCD20 คือตัวเลือกแรกสำหรับการใช้งานทั่วไป มีขนาดเกรน 10 ไมครอน
	PCD30	เกรนขนาด 25 ไมครอนให้คุณภาพการตัดเฉือนที่ดีสำหรับชิ้นงานที่เกิดการเสียดสีกับเครื่องมืออย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังแนะนำให้ใช้กับการกลึงกระแทกอีกด้วย
	PCD30M	เป็นเกรดที่มีหลายเกรน (รวมเอาเกรนขนาด 2 และ 30ไมครอนเข้าไว้ด้วยกัน) ทำให้มีความมั่นคงทางความร้อน สำหรับการตัดเฉือนวัสดุเนื้อผสม เช่น อะลูมิเนียมอัลลอยและเหล็กหล่อเทา

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

เกรดเม็ดมีด

CBN06 0K	เม็ดมีดเนื้อตัน , ปลายเชื่อม (ด้านเดียวและสองด้าน) - ตัวเลือกแรกสำหรับการกัดต่อเนื่องถึงการกัดกระแทกปานกลางใน เหล็กกล้าชุบแข็ง (ap <0,5 มม.) - ผิวเคลือบ PVD แบบใหม่ (Ti,Si,Al)N พัฒนาเพื่อการตัดเฉือนความเร็วสูง - ตัวประสานซูเปอร์อัลลอยชนิดพิเศษ
CBN10	ปลายเชื่อม (ด้านเดียว) หรือเต็มผิวด้านบน - สำหรับการกัดไม่หนักแบบต่อเนื่องถึงการกัดกระแทกปานกลางใน เหล็กกล้าชุบแข็ง (ap <0,5 มม.)
CBN10 0	เม็ดมีดเนื้อตัน - สำหรับการกัดไม่หนักแบบต่อเนื่องถึงการกัดกระแทกปานกลางใน เหล็กกล้า ชุบแข็ง (ap <0,5 มม.)
CBN15 0	ปลายเชื่อม (ด้านเดียว) หรือเต็มผิวด้านบน - เหมาะสำหรับงานที่ต้องการผิวสำเร็จคุณภาพสูง - เหนียวขึ้นแต่ทนทานต่อการสึกหรอได้น้อยกว่า ตัวเลือกของ CBN10 และ CBN100 - สำหรับการกัดกระแทกในเหล็กกล้าชุบแข็ง (ap <0,5 มม.)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี) หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1 รหัสวิชา 0920921102 หัวข้อย่อยที่ 2

เกรดเม็ดมีด

CBN160C	ปลายเชื่อม (ด้านเดียว) หรือเต็มผิวด้านบน - สำหรับการกัดกระแทกอย่างรุนแรงในเหล็กกล้าชุบแข็ง (ap<0,5 มม.) - ผิวเคลือบ PVD (Ti,Si)N พัฒนาเพื่อการตัดเฉือนความเร็วสูง
CBN170	เม็ดมีดเนื้อตันและปลายเชื่อม (สองด้าน) - สำหรับการกัดต่อเนื่องด้วยความเร็วสูงในซูเปอร์อัลลอยที่มีส่วนผสมนิเกิล (ap <0,5มม.) - ตัวประสานเสริมแรง whisker ชนิดพิเศษ
CBN200	เม็ดมีดเนื้อตัน, ปลายเชื่อม (ด้านเดียว) หรือเต็มผิวด้านบน - สำหรับการกัดหยาบปานกลางในเหล็กกล้าชุบแข็ง (ap = 0,5–1,0 มม.) - สำหรับการกัดหยาบและกัดผิวสำเร็จในเหล็กหล่อขาวและเพอร์ลิติก/เหล็กหล่อเย็น - สำหรับการกัดผิวสำเร็จในเหล็กซินเทอร์ - สำหรับการกัดหยาบและกัดผิวสำเร็จในโลหะผง (เหล็ก)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

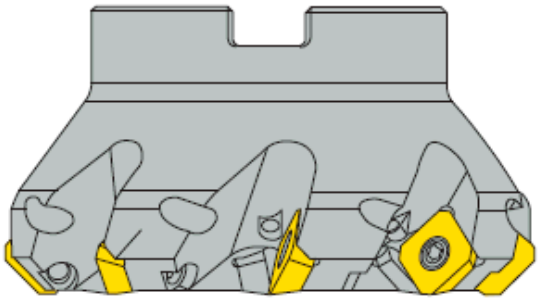
เกรดเม็ดมีด

CBN300 CBN300P	เม็ดมีดเนื้อตัน - สำหรับการกัดหยาบในเหล็กกล้าชุบแข็ง - สำหรับการกัดหยาบและกัดผิวสำเร็จในเหล็กกล้าแมงกานีส - สำหรับการกัดหยาบและกัดผิวสำเร็จในเหล็กหล่อเพอร์ลิติก, เหล็กหล่อขาวและเย็น เคลือบ (PVD) (Ti,Al)N + TiN - อายุการใช้งานเพิ่มขึ้นหรือเท่าเดิม - เห็นการสึกหรอของคมตัดได้ง่าย
CBN400C	เม็ดมีดเนื้อตัน - เกรด CBN เกรนละเอียดสูงสำหรับการกัดเหล็กหล่อเทาเพอร์ลิติก - เคลือบผิว PVD (Ti,Si)N แบบใหม่
CBN500	เม็ดมีดเนื้อตัน - เหนียวกว่า CBN300 ลดการกะเทาะและการแตกของคมตัด ในวัสดุชิ้นงานที่มีความแข็งสูง - สำหรับการกัดหยาบในเหล็กกล้าชุบแข็ง - สำหรับการกัดหยาบและกัดผิวสำเร็จในเหล็กกล้าแมงกานีส - สำหรับการกัดหยาบและกัดผิวสำเร็จในเหล็กหล่อเย็นและเหล็กหล่อขาว

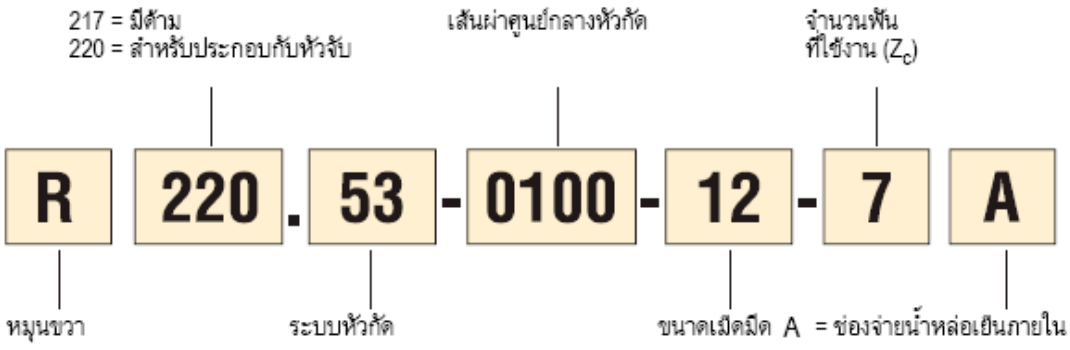
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

หัวกัด

สำหรับเครื่องมือในการกัดจากบริษัท Seco ใช้ระบบการกำหนดรหัสสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ไม่มีระบบ ISO สำหรับหัวกัดกรุณาดูตัวอย่างด้านล่าง



คำอธิบายรหัสสำหรับหัวกัดปาดผิว 217/220.53



หมายเหตุ : บางส่วนของรหัสอาจแตกต่างจากที่แสดงโดยขึ้นอยู่กับระบบหัวกัด คำอธิบายรหัสเฉพาะมีอยู่ในคำแนะนำการเลือกหัวกัด

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

เส้นผ่าศูนย์กลางของหน้าตัดด้านหลัง สำหรับหัวกัดแบบประกอบกับหัวจับ

แกนรู มม.	เส้นผ่าศูนย์กลาง หน้าตัดด้านหลัง
16	35
22	47
27***	62
32	77
40	90
60*	130
60**	225

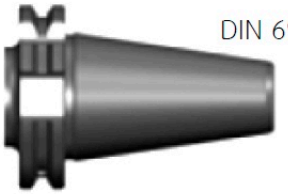
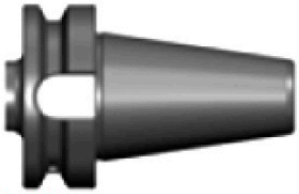
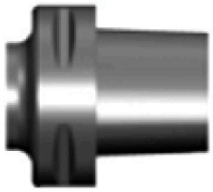
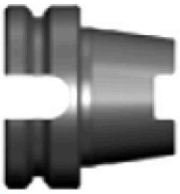
* สำหรับหัวกัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 160–250 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดด้านหลัง = 130 มม.

** สำหรับหัวกัดเส้นผ่าศูนย์กลาง 315–500 มม. เส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดด้านหลัง = 225 มม.

*** สำหรับหัวกัด 220.69-0063-12 และ -18 เส้นผ่าศูนย์กลางหน้าตัดด้านหลัง = 52 มม

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

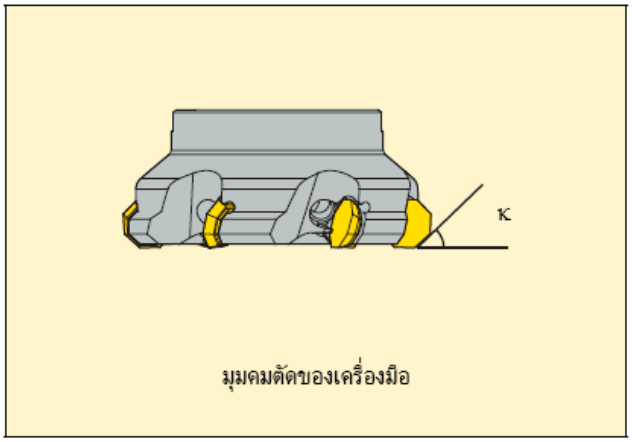
ด้ามสำหรับหัวกัด

ชนิด 0 - ทรงกระบอก ตัวอย่าง: R217.69-2525.0-12-3AN	**ชนิด 2 – Morse taper ISO296** ตัวอย่าง: R217.69-**03**025-16 Morse taper No.3
ชนิด 3 – Weldon หัวจับเครื่องมือตามมาตรฐาน ISO 5414 DIN 1835 ตัวอย่าง: R217.69-2525.**3**-09A	**ชนิด 3S – Seco/Weldon** หัวจับเครื่องมือตามมาตรฐาน ISO 5414 DIN 1835 ตัวอย่าง: R217.69-2532.**3S**-12-4AN
ชนิด 3P – Weldon/bayonet สำหรับใช้กับตัวจับยึด Weldon หรือหัวจับปลอกรัดที่มีข้อต่อแบบ bayonet ตัวอย่าง: R217.69-2525.**3**-09A	**ชนิด VDI 2814** ชนิด ISO-297/DIN 2080 ตัวอย่าง: R215.59-50.080.077-12.4
ชนิด CV ISO 7388 DIN 69871 Fore A ANSI-B5.50 JIS B6339  ตัวอย่าง: R215.59-CV500500.072-12.3K	**ชนิด MAS BT**  ตัวอย่าง: R215.59-**BT50**.050.059-12.4A
ชนิด Seco-Capto  ตัวอย่าง: R217.69-**C6**-040-12-4A	**ชนิด HSK**  ตัวอย่าง: R217.69-**HSK63A**.32-044-12.3A

* Weldon เป็นเครื่องหมายจดทะเบียนทางการค้า

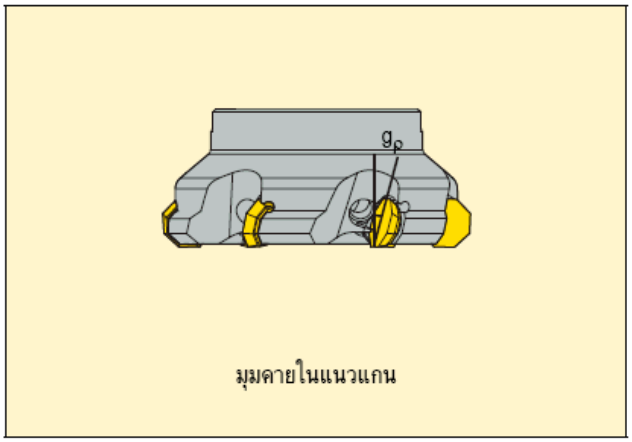
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)**
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

รูปทรงหัวกัด

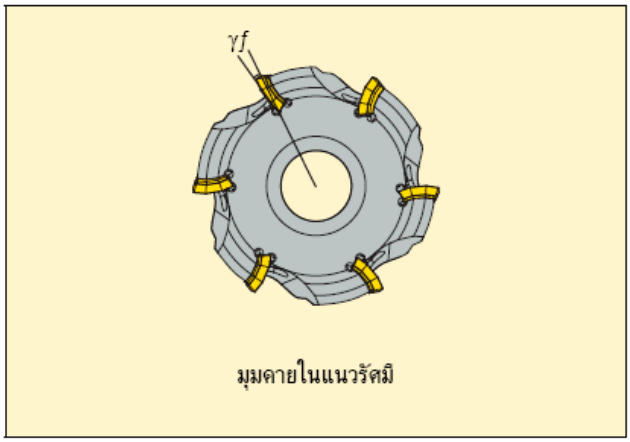


มุมคมตัดของเครื่องมือ

κ = มุมคมตัดหลัก
γ_o = มุมคาย
γ_p = มุมคายในแนวแกน
γ_f = มุมคายในแนวรัศมี



มุมคายในแนวแกน



มุมคายในแนวรัศมี

ตัวอย่างของระยะพิทช์ต่างๆ

R220.53-8160-12-**10C**

เส้นผ่าศูนย์กลางหัวกัด = 160 มม.
จำนวนเม็ดมีด = 10
หัวกัดระยะพิทช์ปกติ

R220.53-8160-12-**7C**

เส้นผ่าศูนย์กลางหัวกัด = 160 มม.
จำนวนเม็ดมีด = 7
หัวกัดระยะพิทช์ห่างสำหรับเครื่องจักรกำลังต่ำ

R220.53-8160-12-**14C**

เส้นผ่าศูนย์กลางหัวกัด = 160 มม.
จำนวนเม็ดมีด = 14
หัวกัดระยะพิทช์ถี่สำหรับอัตราป้อนงานสูงในเครื่องจักรที่มีกำลังสูง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

ระบบแคลมป์เม็ดมีด

การแคลมป์ด้วยสกรู S เม็ดมีดถูกยึดไว้ด้วยสกรูเอียง ในตำแหน่งของช่องใส่เม็ดมีด	การแคลมป์ด้วยลิ่ม ลิ่มทำหน้าที่ยึดเม็ดมีดเอาไว้โดย มีสกรูซึ่งแคลมป์เม็ดมีดเอาไว้ในช่อง (ตัวอย่างที่แสดงเป็นหัวกัดที่มีคาสเซ็ท)
การแคลมป์ด้วยการล็อคตรงกลาง เม็ดมีดถูกยึดผ่านรูตรงกลางด้วยสกรู ซึ่งแคลมป์เม็ดมีดเข้ากับด้านล่างและ ด้านข้างของช่องใส่อย่างแน่นหนา	การแคลมป์ด้วยการบีบตัว เม็ดมีดถูกล็อคอยู่กับที่โดยการบีบตัว ของช่องใส่เม็ดมีดแบบตายตัว
การแคลมป์แบบ Minimaster เม็ดมีดจะถูกแคลมป์อยู่ในกับที่ ด้วยสกรูแคลมป์ที่มีรูปร่างเหมือน นิ้วมือซึ่งจะเกี่ยวและดึงเม็ดมีด เข้าไปในกรวย	การแคลมป์แบบ Minimaster Plus เม็ดมีดจะถูกแคลมป์อยู่ในกับที่ ด้วยเกลียวและยึดให้แน่นโดยประแจ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบทดสอบ
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

1. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดจะต้องมีคุณสมบัติทางกล คือ

---

2. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดในงานเครื่องจักรกล ซี เอ็น ซี ที่ใช้ในปัจจุบัน คือ

ก. _____ ใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท _____

ค่าความเร็วตัดที่ยอมให้ใช้ได้คือ _____ เมตร/นาที

ข. _____ ใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท _____

ค่าความเร็วตัดที่ยอมให้ใช้ได้คือ _____ เมตร/นาที

ค. _____ ใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท _____

ค่าความเร็วตัดที่ยอมให้ใช้ได้คือ _____ เมตร/นาที

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operator Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบทดสอบ
		หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921102
		หัวข้อย่อยที่ 2

3. เครื่องมือตัดสำหรับงานกัดด้วยซีเอ็นซีมีกี่ชนิด อะไรบ้าง

---

4. จากโค๊ดตัวอักษรที่กำหนดให้ โค๊ดสีและชนิดของวัสดุชิ้นงานตามมาตรฐานของ ISO/ANSI คืออะไร

P โค๊ดสี _____ชนิดของวัสดุ_____

M โค๊ดสี _____ชนิดของวัสดุ_____

K โค๊ดสี _____ชนิดของวัสดุ_____

N โค๊ดสี _____ชนิดของวัสดุ_____

S โค๊ดสี _____ ชนิดของวัสดุ_____

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

5. รหัสเม็ดมีด/รุ่นเมตริก, ข้อมูลจาก ISO 1832-1991 ชนิดหนึ่งของ SECO กำหนดไว้ว่า
TNMG060408 – M3 จงอธิบายความหมายของโค้ดแต่ละตัวของเม็ดมีดอินเสิร์ทชนิดนี้

S	E	M	X	12	04	AF	T	N	-	ME12
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10

S หมายถึง _____

E หมายถึง _____

M หมายถึง _____

X หมายถึง _____

12 หมายถึง _____

04 หมายถึง _____

AF หมายถึง _____

T หมายถึง _____

N หมายถึง _____

ME12 หมายถึง _____

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยทดสอบ** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

1. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดจะต้องมีคุณสมบัติทางกล คือ

ก. ***คงความแข็งที่อุณหภูมิสูงๆ ได้ดี***

ข. ***ต้านทานการสึกหรอได้ดี***

ค. ***มีความเหนียว***

2. วัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือตัดในงานเครื่องจักรกล ซี เอ็น ซี ที่ใช้ในปัจจุบัน คือ

ก. ***ซีเมนเต็ดคาร์ไบด์*** ใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท ***เหล็กหล่อ และเหล็กเหนียวหล่อ***

ค่าความเร็วตัดที่ยอมให้ใช้ได้คือ ***20-170*** เมตร/นาที

ข. ***ไทเทเนียมคาร์ไบด์ เซรามิค*** ใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท ***เหล็กหล่อเหนียว***

ค่าความเร็วตัดที่ยอมให้ใช้ได้คือ ***150 - 400*** เมตร/นาที

ค. ***เพชรโพลีคริสตัลลีน*** ใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท ***แกรไฟต์ พลาสติก และแก้วเสริมพลาสติก***

ค่าความเร็วตัดที่ยอมให้ใช้ได้คือ ***150 - 1800*** เมตร/นาที

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยทดสอบ** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

3. เครื่องมือตัดสำหรับงานกัดด้วยซีเอ็นซีมีกี่ชนิด อะไรบ้าง

มี 2 ชนิด

1. เอ็นมิลล์ (End mills)

2. เฟซมิลล์ (Face mills)

4. จากโค๊ดตัวอักษรที่กำหนดให้ โค๊ดสีและชนิดของวัสดุชิ้นงานตามมาตรฐานของ ISO/ANSI คืออะไร

P โค๊ดสี ***ฟ้า*** ชนิดของวัสดุ ***เหล็กกล้า***

M โค๊ดสี ***เหลือง*** ชนิดของวัสดุ ***เหล็กกล้าไร้สนิม***

K โค๊ดสี ***แดง*** ชนิดของวัสดุ ***เหล็กหล่อ***

N โค๊ดสี ***เขียว*** ชนิดของวัสดุ ***นอกกลุ่มเหล็ก***

S โค๊ดสี ***ส้ม*** ชนิดของวัสดุ ***ซูเปอร์อัลลอยและไทเทเนียม***

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขาช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operator Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยทดสอบ** **หัวข้อวิชา มีดกัด CNC 1** **รหัสวิชา 0920921102** **หัวข้อย่อยที่ 2**

5. รหัสเม็ดมีด/รุ่นเมตริก, ข้อมูลจาก ISO 1832-1991 ชนิดหนึ่งของ SECO กำหนดไว้ว่า
TNMG060408 – M3 จงอธิบายความหมายของโค้ดแต่ละตัวของเม็ดมีดอินเสิร์ทชนิดนี้

S	E	M	X	12	04	AF	T	N	-	ME12
1	2	3	4	5	6	7	8	9		10

S หมายถึง _____*รูปทรง (มุมไดมอนอินเสิร์ท 90 องศา)*_____

E หมายถึง _____*มุมหลบข้าง (20 องศา)*_____

M หมายถึง _____*พิกัดความคลาดเคลื่อน (± 0.13 มม.)*_____

X หมายถึง _____*ชนิดของเม็ดมีด (แบบพิเศษ)*_____

12 หมายถึง ____*ความยาวคมตัด (12 มม.)*_____

04 หมายถึง ____*ความหนา (4.76 มม.)*_____

AF หมายถึง ____*เม็ดมีดที่มีการ (ลบมุม A : 45 องศา รัศมีมุมมีด F : 25องศา)*_____

T หมายถึง ____*การออกแบบคมตัด (ไม่ใช่ข้อมูลที่จำเป็น)*_____

N หมายถึง ____*ทิศทางการอัด (หนุนสองทาง)*_____

ME12 หมายถึง _*ลักษณะการตัดเฉือน (ง่ายปานกลาง)*_____

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเตรียมการสอน (ทฤษฎี)**	
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1	
		รหัสวิชา 0920921103	
		หัวข้อที่ 1 - 8	**เวลา 4 ชั่วโมง**

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถ

1. อธิบายถึงมาตรฐานของแกนการเคลื่อนที่ การอ้างอิงขนาด องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง
2. อธิบายคำสั่งต่างๆ ที่ใช้เขียนโปรแกรม เลือกใช้และเขียนรูปประโยคคำสั่งได้อย่างถูกต้อง
3. เลือกใช้ความเร็วรอบ ความเร็วตัด และอัตราป้อนได้อย่างเหมาะสมกับเงื่อนไขการตัดเฉือน
4. เขียนโปรแกรมตามแบบที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง

วิธีการสอน : บรรยาย และแสดงวิธีการเขียนโปรแกรมเครื่องกัดซีเอ็นซี

อุปกรณ์ช่วยฝึก : -

หัวข้อสำคัญ :

1. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานของแกนการเคลื่อนที่
2. การอ้างอิงขนาด (ระบบ Absolute และ Increment)
3. วิธีการหาจุด Co - Ordinate โดยใช้ทฤษฎีจัตุรัสบนสามเหลี่ยมมุมฉาก (พิทากอรัส) และฟังค์ชั่นตรีโกณมิติ
4. รหัสและคำสั่งควบคุมต่าง ๆ ในงานกัดซีเอ็นซี (A - Z)
5. รายละเอียดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งพื้นฐาน G (G Function)
6. รายละเอียดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งพื้นฐาน M (M Function)
7. การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี
8. การวางแผนลำดับขั้นตอนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

การมอบหมายงาน :

1. ใบทดสอบ เรื่อง การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1

การวัดและประเมินผล :

1. ใบทดสอบ และใบเฉลย เรื่อง การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1

หนังสืออ้างอิง :

1. เชาวลิต ถาวรสิน. **เทคนิคการเขียนโปรแกรม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
2. เชาวลิต ถาวรสิน. **คู่มือปฏิบัติงานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี.** ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ : 2550.
3. **ชุดสื่อการเรียนการสอน (IMP) งานกัด CNC.** ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
4. Mechanical Manual MAZAK FJV 250.

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1**

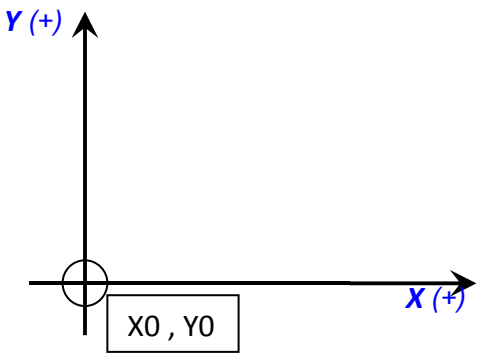
1. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับมาตรฐานของแกนการเคลื่อนที่

1.1 ระบบโคออดิเนท (Coordinate Syrtem)

เป็นการกำหนดตำแหน่ง ระยะ และทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด (Tool) และแท่นเลื่อนโต๊ะงานในระบบแนวแกน ซึ่งระบบควบคุมซีเอ็นซีสามารถเข้าใจได้

กำหนดตามมาตรฐานสากล (ISO) ภายใต้หัวเรื่อง Coordinate axis and directions of movement for numerically control machinery เช่นเดียวกับการกำหนดแนวแกน

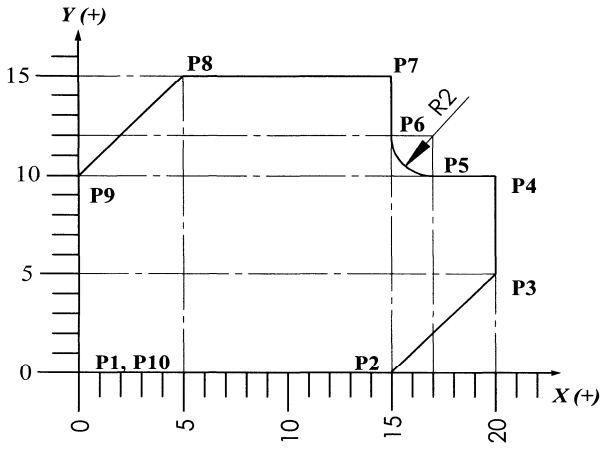
ระบบโคออดิเนทแบบ 2 แกน



ประกอบด้วยแนวแกน 2 แนวแกนตัดกันและตั้งฉากกัน โดยให้จุดตัดกันเป็นจุดศูนย์ (Origin) ของระบบโคออดิเนท ณ. จุดนี้มีค่าเป็น X0 , Y0

แนวแกน 2 แกนนี้ คือแนวแกน X และ Y ซึ่งในงานกัดซีเอ็นซี จะกำหนดให้เป็นแนวการเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน (Table)

ตัวอย่างการวางชิ้นงานในระบบโคออดิเนท แบบ 2 แกน

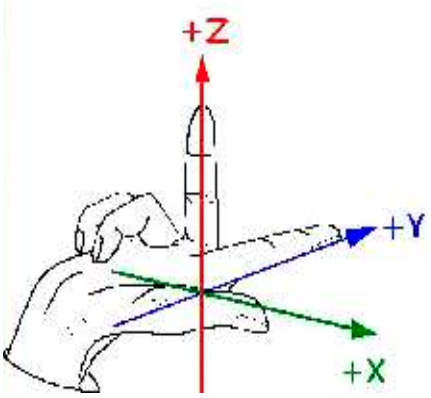
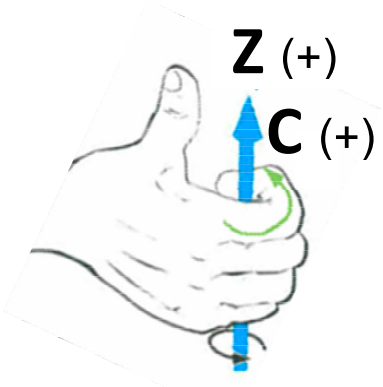
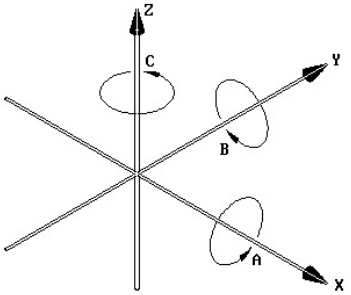


ค่าโคออดิเนท		
P	X	Y
1	0	0
2	15	0
3	20	5
4	20	10
5	17	10

ค่าโคออดิเนท		
P	X	Y
6	15	12
7	15	15
8	5	15
9	0	10
10	0	0

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.2**

1.2 ระบบโคออดิเนทของเครื่องกัดซีเอ็นซี

ระบบโคออดิเนทแบบ 3 แกน (Cartension Rectangura Coordinate System) กฎมือขวา (Right hand rule)  	กำหนดแนวแกน และทิศทางของแนวแกน ตามกฎมือขวา ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน DIN 66217 โดยมีแกนหลัก 3 แกน คือ X, Y และ Z - ใช้กับเครื่องมือกลซีเอ็นซี ที่มีแนวแกนหลัก 3 แกน เช่น เครื่องเจาะซีเอ็นซี เครื่องกัดซีเอ็นซี และเครื่องคว้านซีเอ็นซี เป็นต้น
กฎมือขวา (Right hand rule) ของการหมุนรอบแกน  	การกำหนดทิศทางหมุนรอบแนวแกน พิจารณาทิศทางตามกฎมือขวา - หมุนชี้ไปปลายนิ้วมีค่าเป็นบวก (+) - หมุนย้อนกลับมีค่าเป็นลบ (-)
การกำหนดแกนหมุน  	การหมุนรอบแกน X, Y และ Z จะกำหนดให้เป็นแกน A, B และ C ตามลำดับ มีทิศทางการหมุนตามกฎมือขวา - หมุนชี้ไปตามลูกศรมีค่าเป็นบวก (+) - หมุนย้อนกลับมีค่าเป็นลบ (-)

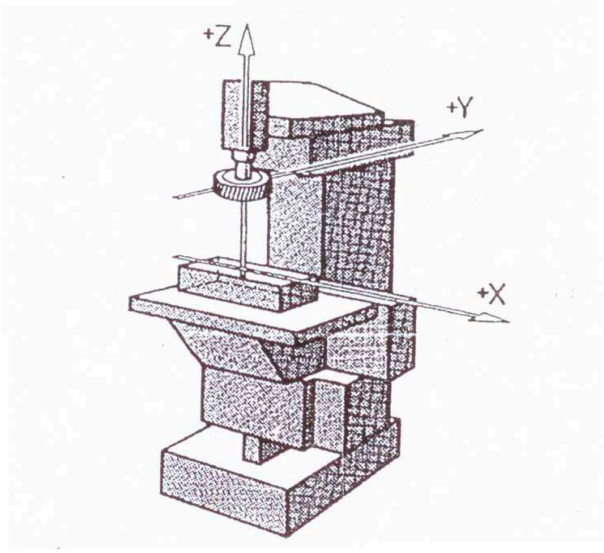
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.3, 1.4**

1.3 การกำหนดทิศทางของแนวแกนในเครื่องกัดซีเอ็นซี

ระบบโคออดิเนทของเครื่องกัดเอ็นซี ประกอบด้วย

- แกนเคลื่อนที่
- จุดศูนย์ และจุดอ้างอิงต่าง ๆ

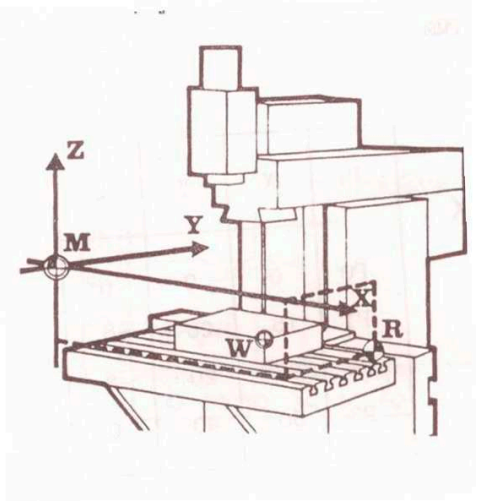
แกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซี



เครื่องกัดตั้งซีเอ็นซี

- จะกำหนดให้ แกน X และ แกน Y เป็นการเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน
- แกน Z จะใช้แทนแกนเครื่องมือตัด

1.4 จุดศูนย์ และจุดอ้างอิงต่างๆ ของเครื่องกัดซีเอ็นซี



จุดศูนย์เครื่อง (M : Machine Zero point)

- กำหนดด้วยเครื่องหมาย

- เป็นจุดศูนย์ของระบบโคออดิเนทของตัวเครื่อง
- ใช้อ้างอิงให้กับระบบโคออดิเนทอื่น เช่น ระบบโคออดิเนทในโปรแกรมเอ็นซี
- การกำหนดจุดศูนย์ของเครื่องจะกำหนดมาจากบริษัทผู้ผลิต

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.3, 1.4**

จุดอ้างอิง (R : Reference Point)

จุดอ้างอิง (R : Reference Point) บางครั้งเรียกว่าโฮม (Home)

- กำหนดด้วยเครื่องหมาย

- อ้างอิงมาจากจุดศูนย์ของเครื่อง
- เป็นตัวเชื่อมระหว่างระบบโคออดิเนทของโปรแกรมเอ็นซี กับระบบโคออดิเนทของเครื่อง
- เมื่อแคร่เลื่อนของเครื่องเคลื่อนที่ไปที่จุดอ้างอิง ตำแหน่งการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ก็จะอ้างอิงกับจุดศูนย์ของเครื่อง ทำให้เครื่องมือสามารถเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้งานตามโปรแกรมเอ็นซีได้อย่างถูกต้อง

ข้อสำคัญ

- ก่อนจะเริ่มงานทุกครั้งจะต้องเลื่อนมีดไปยังจุดอ้างอิงก่อนเสมอ
- หากเกิดข้อขัดข้องหรือเกิดกระแสไฟดับขณะกำลังทำงาน ก่อนเริ่มงานใหม่จะต้องเลื่อนมีดไปยังจุดอ้างอิงก่อนทุกครั้งจึงจะอ้างอิงกับจุดศูนย์ของเครื่องได้

จุดศูนย์ของชิ้นงาน

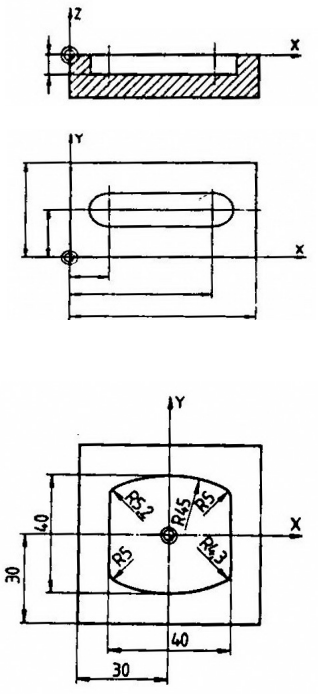
(W : Work piece zero point)

จุดศูนย์ของชิ้นงานบางครั้งเรียกว่าจุดศูนย์โปรแกรม (Work piece Zero point or Program Zero point)

- กำหนดด้วยเครื่องหมาย

- ใช้เป็นจุดศูนย์ในการกำหนดค่าโคออดิเนทในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี
- ถ้าการขึ้นรูปงานไม่สมมาตรจะกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานที่มุมล่างซ้ายมือบนผิวหน้าชิ้นงาน ดังรูป
- ถ้าการขึ้นรูปงานสมมาตรกันจะกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานที่กึ่งกลาง บนผิวหน้าชิ้นงาน ดังรูป

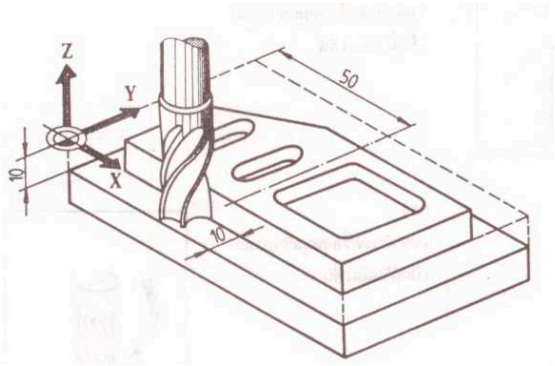
ตัวอย่างการกำหนดจุดศูนย์โปรแกรม



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.5**

1.5 การกำหนดพิกัดในระบบโคออดิเนทแบบ 3 แกน ในงานกัดซีเอ็นซี

เนื่องจากงานกัดเป็นงานที่มีมิติทางขนาด มีทั้ง ความกว้าง ความยาว และความลึก การกำหนดตำแหน่งทำงานจะต้องกำหนดทั้ง 3 แนวแกน ในกรณีที่มีการกัดรูปทรงที่ความลึกคงที่การเขียนโปรแกรมสามารถเขียนได้ด้วยคน แต่ถ้าชิ้นงานที่มีรูปทรงที่มีการเปลี่ยนแปลงทางขนาดทั้ง 3 มิติ เช่น ลูกบอล หรือโมลฉีดพลาสติกรูปแจกัน เป็นต้น ไม่สามารถเขียนได้ด้วยคน จำเป็นต้องใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเขียนโปรแกรม ดังรูป



ตัวอย่างการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีแกน X และ Y เปลี่ยนแปลงขณะตัดเฉือน แต่แกน Z มีความลึกคงที่ สามารถกำหนดพิกัดแกน X และ Y และเขียนโปรแกรมได้ด้วยคน

ตัวอย่างการขึ้นรูปชิ้นงานที่มีแกน X, Y และ Z เปลี่ยนแปลงขณะตัดเฉือน ไม่สามารถกำหนดพิกัด X, Y และ Z ได้ และต้องเขียนโปรแกรม CAD CAM ด้วยคอมพิวเตอร์

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 2.1**

2. การอ้างอิงขนาด (ระบบ Absolulute และ Increment)

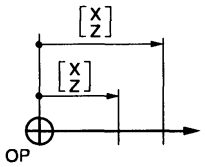
การอ้างอิงขนาดในระบบโคออดิเนทแบบ 2 หรือ 3 แกน มีระบบการวัดขนาด 2 ระบบ คือ

2.1 ระบบการวัดแบบสมบูรณ์ (Absolute Measurement System)

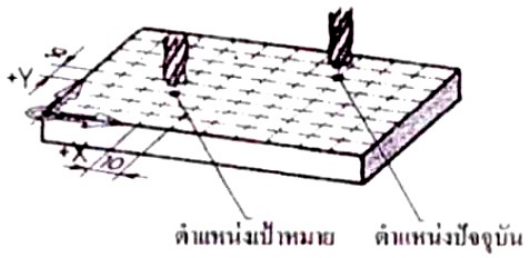
2.2 ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง (Incremental Measurement System)

2.1 ระบบการวัดแบบสมบูรณ์ (Absolute Measurement System)

จะวัดอ้างอิงจากจุดศูนย์ (Fixed Zero datum) ทุกครั้งในการเขียนโปรแกรมเอ็นซีจะวัดอ้างอิงจากจุดศูนย์ของโปรแกรม เสมอ



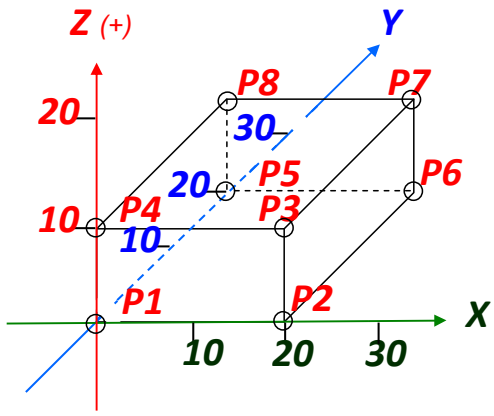
ตัวอย่างการกำหนดค่าโคออดิเนทแบบ 2 แกน



ค่าที่ป้อน : X30.0 Y30.0

จากรูป

- ค่า X, Y ที่จุดศูยน์โปรแกรม คือ X0 Y0
- ตำแหน่งปัจจุบันคือ X70 Y60
- ตำแหน่งเป้าหมาย คือ X30 Y30

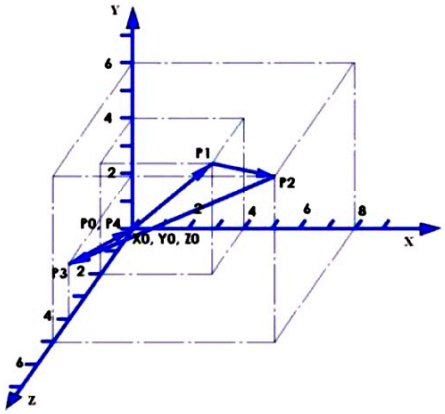


ระบบการกำหนดขนาดแบบสมบูรณ์

ค่าโคออดิเนท			
P	X	Y	Z
1	0	0	0
2	20	0	0
3	20	0	10
4	0	0	10
5	0	20	0
6	20	20	0
7	20	20	10
8	0	20	10

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 2.2**

ตัวอย่างการกำหนดค่าโคออดิเนทแบบ 3 แกนโดยใช้ระบบการกำหนดขนาดแบบสมบูรณ์



ระบบการกำหนดขนาดแบบสมบูรณ์ในงานกัดดอกกัดเคลื่อนที่จาก P0 ถึง P4

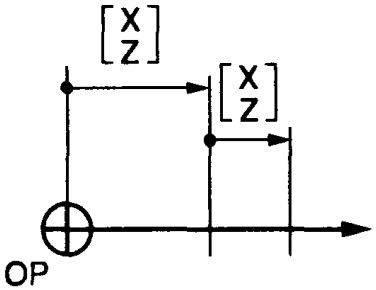
ค่าโคออดิเนท			
P	X	Y	Z
0	0	0	0
1	4	4	2
2	8	6	5
3	0	2	4
4	0	0	0

2.2 ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง

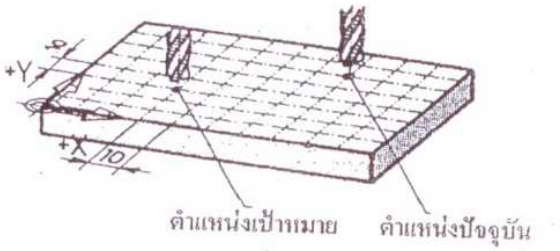
(Incremental Measurement System)

การวัดระยะการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งแรก จะวัดอ้างอิงจากจุดศูนย์โปรแกรม จากนั้นให้ถือว่าตำแหน่งปัจจุบันเป็นจุดศูนย์ที่ใช้วัดอ้างอิงไปยังตำแหน่งถัดไป

ค่าที่อ่านได้อาจมีทั้งค่าบวก (+) และมีทั้งค่าลบ (-) ให้พิจาณาจากทิศทางของหัวลูกศรที่เริ่มจากจุดเริ่มต้นไปยังตำแหน่งใหม่ ถ้ามีทิศทางเดียวกับระบบโคออดิเนท จะมีค่าเป็นบวก (+) แต่ถ้าทิศทางสวนทางกับระบบโคออดิเนทจะมีค่าเป็นลบ (-)



ตัวอย่างการกำหนดค่าโคออดิเนทแบบ 2 แกน



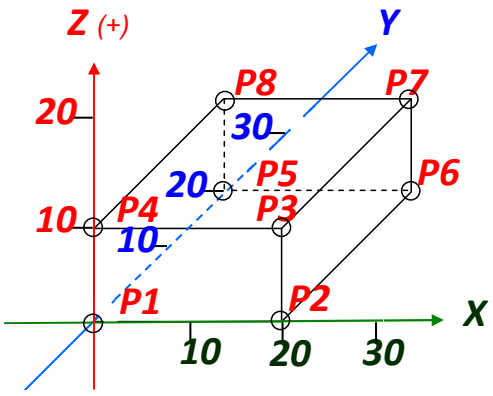
ค่าที่ป้อน : X-40.0 Y-30.0

จากรูป แสดงการหาค่าด้วยระบบการวัดแบบต่อเนื่อง

- ค่า X, Y ที่จุดศูยน์โปรแกรม คือ X0 Y0
- ตำแหน่งปัจจุบันคือ X70 Y60
- ตำแหน่งเป้าหมาย คือ X-40 Y-30

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 2.2**

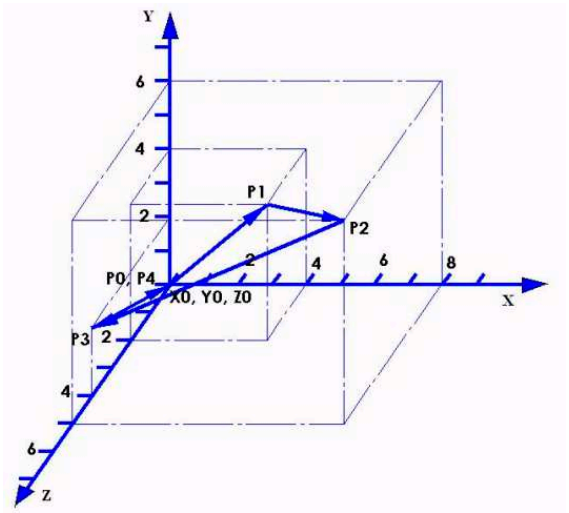
ตัวอย่างการกำหนดค่าโคออดิเนทแบบ 3 แกน



ระบบการกำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง

ค่าโคออดิเนท			
P	X	Y	Z
1	0	0	0
2	20	0	0
3	0	0	10
4	-20	0	0
5	0	20	-10
6	20	0	0
7	0	0	10
8	-20	0	0

ตัวอย่างการกำหนดค่าโคออดิเนทแบบ 3 แกน



ระบบการกำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง ในงานกัด ดอกกัดเคลื่อนที่จาก P0 ถึง P4

ค่าโคออดิเนท			
P	X	Y	Z
0	0	0	0
1	4	4	2
2	4	2	3
3	-8	-4	-1
4	0	-2	-4

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 3.1**

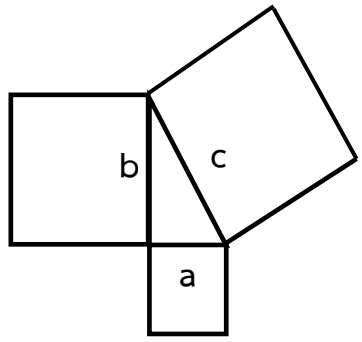
3. การหาจุด Co-Ordinate โดยใช้ทฤษฎีจัตุรัสบนสามเหลี่ยมมุมฉาก (พิทากอรัส) และฟังค์ชั่นตรีโกณมิติ

ในการหาพิกัดทางตำแหน่ง X, Y หรือ Z เพื่อเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี บางครั้งจำเป็นต้องมีการคำนวณหาความยาวของด้านต่าง ๆ ของสามเหลี่ยมมุมฉาก สามารถคำนวณหาความยาวของด้านได้โดยใช้ทฤษฎีพีทากอรัส หรือเมื่อมีการกำหนดขนาดมุมของชิ้นงานมาให้ จึงจำเป็นต้องคำนวณหาตำแหน่งต่างๆ โดยในฟังค์ชั่นตรีโกณมิติ ทั้งสองรูปแบบมีวิธีการหาดังนี้

3.1 การหาพิกัดทางตำแหน่งโดยใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมพีทากอรัส

พิทากอรัส เป็นที่รู้จักกันดีในฐานะของนักคณิตศาสตร์ผู้คิดค้นสูตรคูณ หรือตารางพีทาโกเรียน (Pythagorean Table) และทฤษฎีบทในเรขาคณิตที่ว่า "ในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ กำลังสองของความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก เท่ากับผลบวกของกำลังสองของความยาวของด้านประกอบมุมฉาก" ซึ่งทฤษฎีทั้งสองนี้เป็นที่ยอมรับ และใช้กันมาจนปัจจุบันนี้

สิ่งที่สำคัญและถือได้ว่าเป็นทฤษฎีของพิทากอรัสที่มีชื่อเสียง คือ ความสัมพันธ์ของด้าน 3 ด้านของสามเหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งความรู้นี้มีมาก่อนแล้วกว่า 700 BC

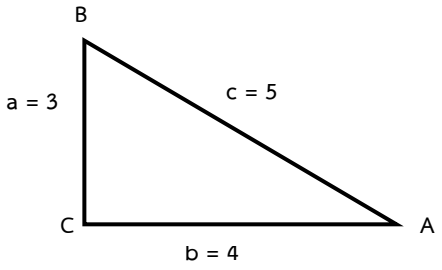


ทฤษฎีบทพิทากอรัส : ผลรวมของพื้นที่ของสี่เหลี่ยมสองรูปบนด้านประชิดมุมฉาก (*a* และ *b*) จะเท่ากับพื้นที่ของสี่เหลี่ยมบนด้านตรงข้ามมุมฉาก (*c*)

ทฤษฎีบทดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการสัมพันธ์กับความยาวของด้าน *a*, *b* และ*c* ได้ ซึ่งมักเรียกว่า *สมการพิทากอรัส* ดังสูตรด้านล่าง

$$c^2 = a^2 + b^2$$

โดยที่ *c* เป็นความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก และ *a* และ *b* เป็นความยาวของอีกสองด้านที่เหลือ



ตัวอย่างการหาความยาวของด้าน c เมื่อความยาวด้าน a = 3 และ b = 4

$$c^2 = a^2 + b^2$$
$$c^2 = (3)^2 + (4)^2$$
$$c^2 = (9) + (16) = 25$$
$$c^2 = (5)^2$$
$$c = 5$$

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		หัวข้อย่อยที่ 3.2

3.2 การหาพิกัดทางตำแหน่งโดยใช้ฟังค์ชั่นตรีโกณมิติ

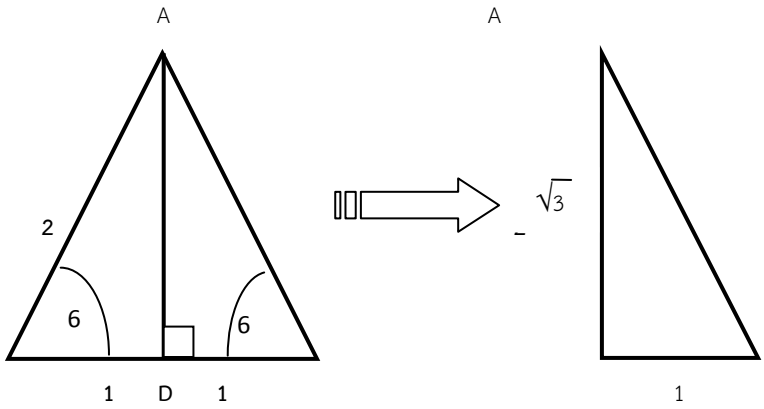
3.2.1 อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30, 45 และ 60 องศา

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30, 45 และ 60 องศา นิยมนำไปใช้กันมากในการคำนวณเกี่ยวกับด้านและรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก การหาค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30, 45 และ 60 องศา มีวิธีการหาค่าได้หลายรูปแบบ แต่ที่นิยมมากที่สุดน่าจะใช้วิธีการหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติจากทฤษฎีพิทากอรัส

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 60 องศา

- ใช้รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
- มุมของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าแต่ละมุมมีขนาด 60 องศา
- ใช้ทฤษฎีบทเรขาคณิต
- ใช้ทฤษฎีพิทากอรัส
- ใช้สมบัติของสามเหลี่ยมคล้าย

ให้พิจารณารูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ABC ดังนี้



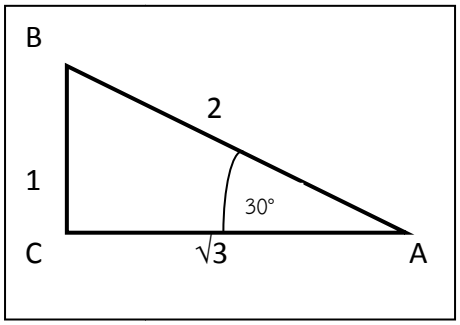
ไม่ว่า จะใช้ความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่ายาวเท่าใด ใช้สมบัติสามเหลี่ยมคล้ายจะได้ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติต่างเท่ากันเสมอ ค่าความยาวของด้าน ของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่เหมาะสมคือ 2 เมื่อลาก AD ตั้งฉากกับด้าน BC จากทฤษฎีบทเรขาคณิต จะได้ว่า BD = DC = 1

จากทฤษฎีพิทากอรัสจะได้ค่าของความยาว ค่าความยาวของด้าน คือ 1, 2 และ $\sqrt{3}$

นั่นคือ $\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\cos 60° = \frac{1}{2}$, และ $\tan 60° = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}$

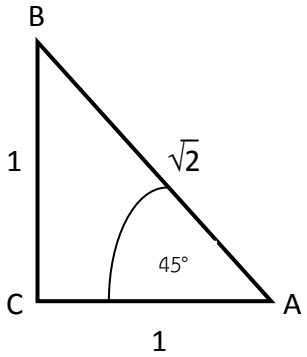
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 3.2**

ทำนองเดียวกัน อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา



รูปสามเหลี่ยมด้านเท่า ABC จากทฤษฎีบทเรขาคณิต เมื่อลากเส้นตรงจากมุมยอดไปตั้งฉากกับด้านฐานเส้นตรงนี้แบ่งครึ่งมุมยอด จะได้

$\sin 30° = \frac{1}{2}$, $\cos 30° = \frac{\sqrt{3}}{2}$ และ $\tan 30° = \frac{1}{\sqrt{3}}$



ทำนองเดียวกัน อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 45 องศา จากรูป ABC เป็นสามเหลี่ยมมุมหน้าจั่วฉาก

จากทฤษฎีพิทากอรัส จะได้ความยาวของด้านของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วฉาก คือ 1, 1 และ $\sqrt{2}$

นั่นคือ $\sin 45° = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\cos 45° = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$

3.2.2 ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30, 45 และ 60 องศา เป็นตาราง

ตาราง สรุปค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30, 45 และ 60 องศา

อัตราส่วนตรีโกณมิติ	30°	45°	60°
sin	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
cos	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$
tan	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.1**

4. รหัสและคำสั่งควบคุมต่างๆในงานกัดซีเอ็นซี (A-Z)

4.1 รหัสตัวอักษรในการควบคุมต่างๆ ในงานกัดซีเอ็นซี

ตัวอักษรแต่ละตัวจะทำหน้าที่ในการทำงานที่แตกต่างกันออกไปตามมาตรฐานที่กำหนด มีใช้ตั้งแต่ A-Z และตัวเลข 0–9 เมื่อนำมารวมกันเป็นหนึ่งคำ ในแต่ละคำจะประกอบด้วยตัวอักษรนำเพียง 1 ตัว ดังนี้

ตาราง อักษรนำและความหมายในงานกัดซีเอ็นซี

อักษรนำ	ความหมาย
A	การหมุนรอบแกน X
B	การหมุนรอบแกน Y
C	การหมุนรอบแกน Z
D	หมายเลขชดเชยรัศมีเครื่องมือ, ความลึกการตัดเฉือนวัฏจักร
E	การกำหนดระยะลีดของเกลียว
F	อัตราป้อน
G	คำสั่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ
H	หมายเลขชดเชยความยาวเครื่องมือ
I,J,K	ค่ารัศมีของส่วนโค้งของวงกลมตามแนวแกน X, Y และ Z ตามลำดับ
L	หมายเลขการทำงานซ้ำๆ กัน
M	คำสั่งกำหนดอุปกรณ์ช่วยงานต่าง ๆ
N	หมายเลขบล็อก
O	หมายเลขโปรแกรม
P	คำสั่งหยุดอัตราป้อนชั่วขณะในเวลาที่กำหนด, หมายเลขโปรแกรมย่อย
Q	ความลึกการตัดเฉือนวัฏจักรเจาะรู, หมายเลขบล็อกสุดท้ายในการกลึงแบบวัฏจักร
R	การกำหนดรัศมีส่วนโค้ง, ระยะที่เครื่องมือวิ่งเร็วมาเหนือผิวหน้างานในวัฏจักรเจาะรู
S	คำสั่งกำหนดความเร็วรอบเพลากัด
T	คำสั่งเครื่องมือ
U	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X ใช้ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง
V	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y ใช้ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง
W	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z ใช้ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง
X	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X
Y	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y
Z	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.2, 4.3**

4.2 คำสั่งควบคุมต่าง ๆ ในงานกัดซีเอ็นซี

การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีให้ถูกต้องและให้เครื่องกัดสามารถทำงานได้ ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่งในการทำงานต่างๆ ตลอดจนรูปแบบการเขียนโปรแกรมและการวางแผนลำดับขั้น การออกแบบและการเขียนโปรแกรม

4.2.1 คำสั่ง G (G Code) ในงานกัดซีเอ็นซี

การใช้คำสั่ง G จะตามด้วยตัวเลขสองหลัก ซึ่งแต่ละคำสั่งจะกำหนดการทำงานในลักษณะการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดที่แตกต่างกันไป คำสั่ง G มีตั้งแต่ G00 ถึง G99

4.2.2 คำสั่ง M (M Code) ในงานกัดซีเอ็นซี

คำสั่ง M ใช้เป็นคำสั่งช่วยในการทำงานต่างๆ เช่น ทิศทางการหมุนของเพลา การเปิดและปิดน้ำหล่อเย็น เป็นต้น รูปแบบของคำสั่งช่วยจะใช้ตัวอักษรนำคือ M และตามด้วยตัวเลขสองหลัก คำสั่ง M มีตั้งแต่ M00 ถึง M99

หมายเหตุ : คำสั่งควบคุมต่างๆ ในงานกัดซีเอ็นซี ทั้งคำสั่ง G และ M ในหัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 นี้จะนำเสนอเพียงบางคำสั่ง และให้ศึกษาในรายละเอียดของคำสั่ง G และ M ในหัวข้อที่ 4.4

4.3 องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรแกรมเอ็นซี

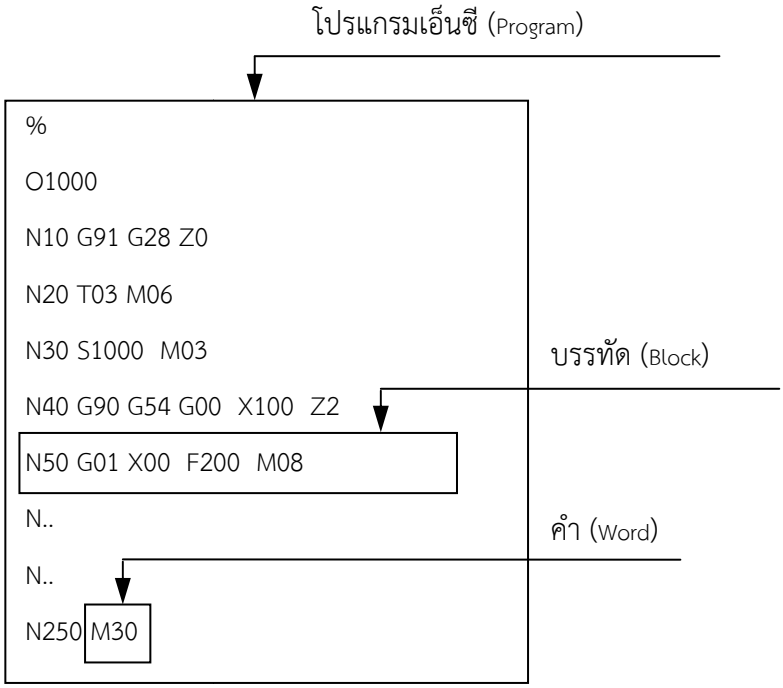
4.3.1 ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

ประกอบด้วยข้อมูล 3 ชนิดได้แก่

- ข้อมูลทางเรขาคณิต เช่น ระบบโคออดิเนท จุดศูนย์และจุดอ้างอิง และระบบการวัดขนาดเป็นต้น
- ข้อมูลทางเทคโนโลยีหรือข้อมูลการตัดเฉือน เช่น เครื่องมือ วัสดุ ความเร็วตัด ความลึกป้อน อัตราป้อน และวิธีการจับยึดชิ้นงาน เป็นต้น
- ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องและระบบควบคุม เช่น มาตรฐานของชุดควบคุม รหัสคำสั่งและรูปแบบการใช้รหัสคำสั่ง และขีดความสามารถของเครื่อง เป็นต้น

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.3**

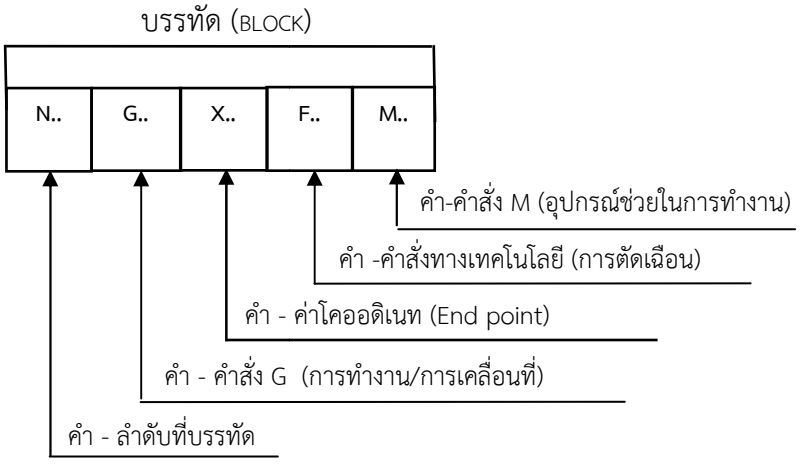
4.3.2 องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรแกรมเอ็นซี



ในโปรแกรมจะประกอบด้วยบล็อก หรือบรรทัดหลาย ๆ บรรทัดรวมกัน ซึ่งแต่ละบรรทัดจะต้องมีความหมายและหน้าที่ที่ต่อเนื่องกัน โดยเรียงตามลำดับขั้นการทำงานของเครื่อง

4.3.3 รายละเอียดขององค์ประกอบและโครงสร้างของโปรแกรมเอ็นซี

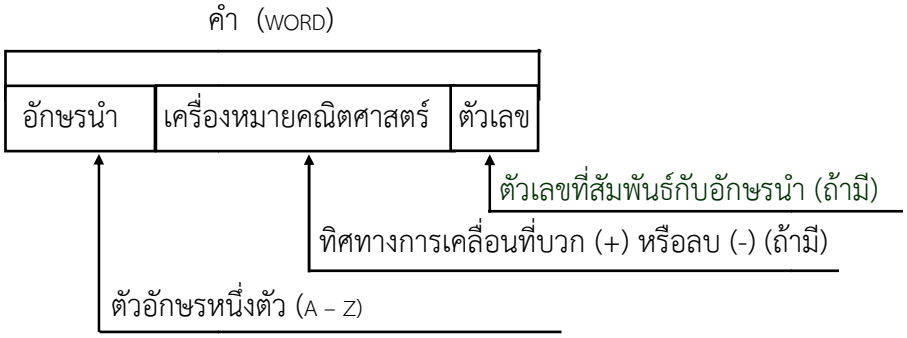
1) รายละเอียดในบรรทัด



ในบรรทัดจะประกอบด้วยคำหลาย ๆ คำรวมกัน ซึ่งแต่ละคำจะต้องมีความหมายและหน้าที่ที่สัมพันธ์กัน

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.3**

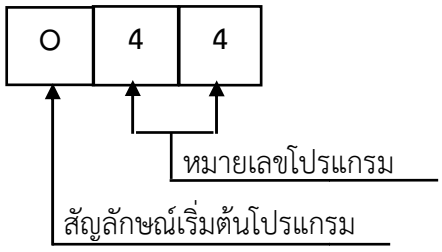
2) รูปแบบทั่วไปของคำ (General Word Format)



ชนิดของคำ

1. คำที่เป็นหมายเลขโปรแกรม (Program Number)
2. คำที่บอกหมายเลขบรรทัด (N Block)
3. คำที่เป็นคำสั่ง (Function)
4. คำที่บอกขนาด (Dimension)

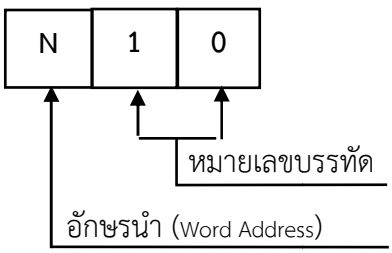
ตัวอย่างหมายเลขโปรแกรม(Program Number)



3) หมายเลขโปรแกรม (Program Number)

โดยทั่วไปหมายเลขโปรแกรมจะใช้ตัวเลขได้ไม่เกิน 4 ตัว ผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซีบางแห่งที่ใช้ระบบควบคุมแบบ Fanuc จะใช้ตัวอักษร O และตามด้วยตัวเลข 4 หลัก เป็น หมายเลขโปรแกรม เช่น O1234 เป็นต้น

ตัวอย่างหมายเลขบรรทัด (N Block Number)



4) หมายเลขบรรทัด (N Block Number)

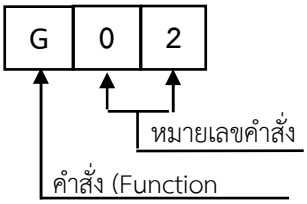
หมายเลขบรรทัดนิยมกำหนดความห่างระหว่างบรรทัดไว้ที่ 10 บรรทัด เช่น

N10
N20 } ระหว่างนี้สามารถแทรกบรรทัดได้อีก 9 บรรทัด เช่น

N11
N12
N...
N...
N...
N19

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.3**

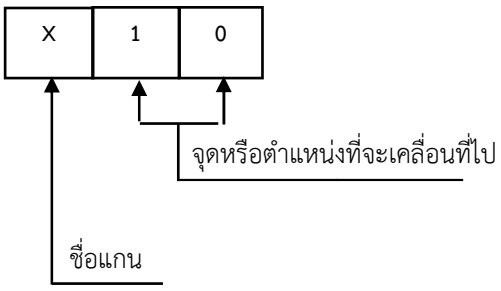
ตัวอย่างการเขียนคำสั่ง (Function)



5) คำสั่ง (Function)

เป็นคำสั่งทำงานในลักษณะต่างๆ เช่น คำสั่งการเคลื่อนที่ G (G Functions) คำสั่งการทำงานช่วย M (M Functions) คำสั่งเปลี่ยนมีด T (T Functions) คำสั่งความเร็วเพลางาน S (S Functions) คำสั่งอัตราป้อน F (F Functions) เป็นต้น

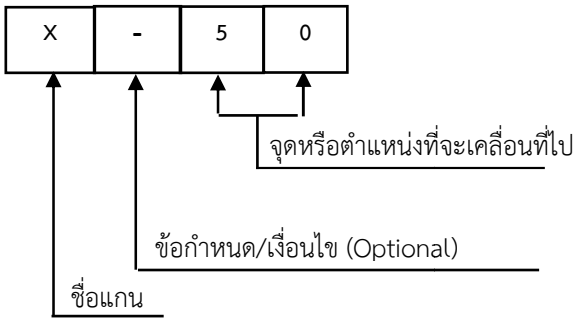
ตัวอย่างการเขียนคำบอกจุด หรือตำแหน่ง



6) คำบอกจุด หรือตำแหน่ง

เป็นตำแหน่งในการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในแนวแกนต่าง ๆ เช่น แกน X, Y, Z และ C

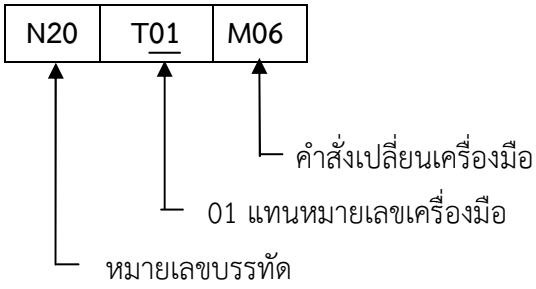
ตัวอย่างการเขียนคำบอกจุด หรือตำแหน่งที่มีเครื่องหมายคณิตศาสตร์



จุดหรือตำแหน่งบางตำแหน่งต้องมีเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์กำกับตามค่าของระบบโคออดิเนท

"โดยเฉพาะเครื่องหมายลบ (-) แต่เครื่องหมายบวก (+) จะเขียนหรือไม่ก็ได้"

ตัวอย่างบรรทัด (การเรียกเครื่องมือ)



7) คำสั่งเรียกเครื่องมือ

หมายถึงการเรียกเครื่องมือที่ต้องการใช้ในแต่ละขั้นตอนการตัดเฉือน

หมายเหตุ : ก่อนใช้คำสั่งเปลี่ยนเครื่องมือจะต้องให้แท่นมีดกัดเลื่อนกลับจุดโฮม และให้เพลากัดหยุดหมุนทุกครั้ง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.4**

4.4 คำสั่ง G คำสั่ง M คำสั่ง T คำสั่ง F และคำสั่ง S ในการเขียนโปรแกรมงานกัด ซีเอ็นซี

การเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องกัดด้วยคำสั่งพื้นฐาน

เป็นการเขียนโปรแกรมเอ็นซีที่ใช้คำสั่ง G และ M ในการทำงานพื้นฐาน รูปแบบของคำสั่งพื้นฐานส่วนใหญ่จะเป็นรูปแบบทั่วไปที่สามารถใช้ได้กับชุดควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีทั่วไป

4.4.1 คำสั่งทำงาน (G Code)

คำสั่ง G เป็นคำสั่งปฏิบัติการ หรือคำสั่งทำงานที่เกี่ยวกับเงื่อนไขการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในลักษณะต่างๆ คำสั่ง G มีตั้งแต่ G00 – G99 ในบทนี้จะแสดงเฉพาะคำสั่ง G ที่ใช้งานเป็นพื้นฐานทั่ว ๆ ไป

คำสั่ง G (G Code)

รหัส	ความหมาย/การทำงาน
G00	เคลื่อนที่เร็ว
G01	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงที่ความเร็วอัตราป้อน
G02	เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งตามเข็มนาฬิกาที่ความเร็วอัตราป้อน
G03	เคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกาที่ความเร็วอัตราป้อน
G17	กำหนดให้ใช้ระนาบการทำงานของ XY
G18	กำหนดให้ใช้ระนาบการทำงานของ XZ
G19	กำหนดให้ใช้ระนาบการทำงานของ YZ
G28	เคลื่อนที่มีดกลับไปที่จุดอ้างอิง
G40	ยกเลิกการชดเชยรัศมีปลายมีด
G41	ชดเชยรัศมีปลายมีดด้านซ้าย
G42	ชดเชยรัศมีปลายมีดด้านขวา
G43	ชดเชยความยาวเครื่องมือ
G49	ยกเลิกการชดเชยความยาวเครื่องมือ
G54	กำหนดจุดศูนย์โปรแกรมด้วยคำสั่ง G54
G55	กำหนดจุดศูนย์โปรแกรมด้วยคำสั่ง G55
G56	กำหนดจุดศูนย์โปรแกรมด้วยคำสั่ง G56
G57	กำหนดจุดศูนย์โปรแกรมด้วยคำสั่ง G57
G58	กำหนดจุดศูนย์โปรแกรมด้วยคำสั่ง G58
G59	กำหนดจุดศูนย์โปรแกรมด้วยคำสั่ง G59
G90	ระบบการวัดแบบสมบูรณ์
G91	ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี)
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		หัวข้อย่อยที่ 4.4

4.4.2 คำสั่ง M (M Code)

คำสั่ง M เป็นคำสั่งสำหรับอุปกรณ์ช่วยในการทำงานให้ทำงานหรือหยุดทำงาน เพื่อเสริมให้คำสั่ง G สามารถทำงานได้สมบูรณ์ขึ้น คำสั่ง M มีตั้งแต่ M00 – M99 ในบทนี้จะแสดงเฉพาะคำสั่ง M ที่ใช้งานเป็นพื้นฐาน ทั่ว ๆ ไป

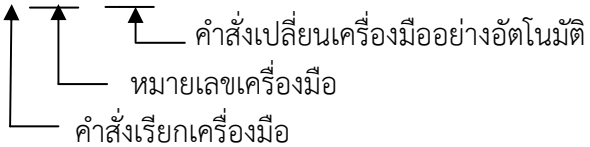
คำสั่ง M (M Code)

รหัส	ความหมาย/การทำงาน
M00	หยุดโปรแกรม จะทำงานต่อเมื่อกดไซเคิลสตาร์ท
M01	หยุดโปรแกรมด้วยปุ่มออฟชั่นสต๊อบ (Optional stop)
M02	สิ้นสุดโปรแกรมหรือจบโปรแกรม
M03	เพลางานหมุนตามเข็มนาฬิกา
M04	เพลางานหมุนทวนเข็มนาฬิกา
M05	เพลางานหยุดหมุนหรือปิดเพลางาน
M06	เปลี่ยนเครื่องมือ
M08	เปิดน้ำหล่อเย็น
M09	ปิดน้ำหล่อเย็น
M19	เพลางานหมุนมาอยู่ตำแหน่งเปลี่ยนมีด
M30	สิ้นสุดโปรแกรมหรือจบโปรแกรม

4.4.3 คำสั่งเครื่องมือ (Tool Code)

คำสั่งเครื่องมือจะใช้ตัวอักษร " T " และตามด้วยตัวเลข 2 หลัก ตัวเลข 2 ตัวจะบอกถึงหมายเลขของเครื่องมือ

รูปแบบของคำสั่ง : T M06



หมายเหตุ ค่าของหมายเลขเครื่องมืออาจมีตั้งแต่ 01 จนถึง 16 ตามขนาดและจำนวนช่องบรรจุในชุดป้อมมีดกัด

- ทุกครั้งที่ใช้คำสั่งเปลี่ยนเครื่องมือจะต้องสั่งให้เพลามีดกัดเคลื่อนที่ไปจุดอ้างอิงหรือจุดโฮมเสมอ
- ก่อนใช้คำสั่งเปลี่ยนมีดทุดครั้ง ต้องใช้คำสั่งให้เพลากัดหยุดหมุนด้วย M05 เสมอ

ตัวอย่างการใช้คำสั่งเครื่องมือ

N100 G91 G28 Z0 M05

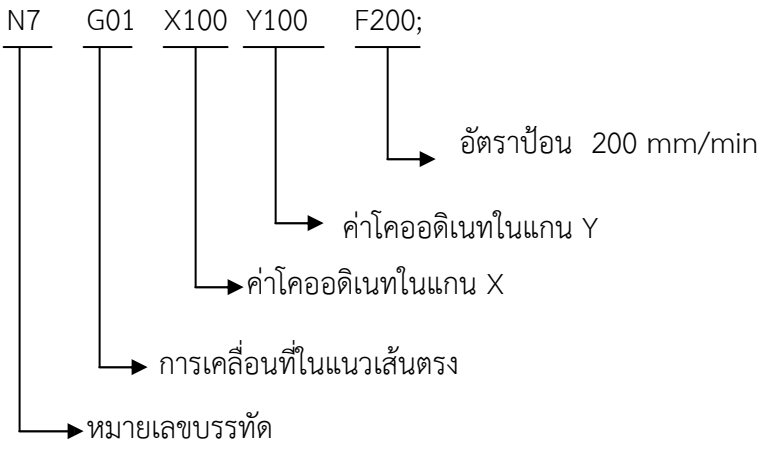
N110 T02 M06

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี) **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 4.4**

4.4.4 คำสั่งอัตราป้อน (Feed Code)

คำสั่งอัตราป้อน เป็นการกำหนดอัตราการป้อนของเครื่องมือตัดในการขึ้นรูปชิ้นงาน คำสั่งอัตราป้อนจะใช้ตัวอักษร "F" และตามด้วยเลข 4 ตัว สำหรับระบบเมตริก และตัวเลข 5 ตัวสำหรับระบบนิ้ว

ตัวอย่างบรรทัด (คำสั่งอัตราป้อน)

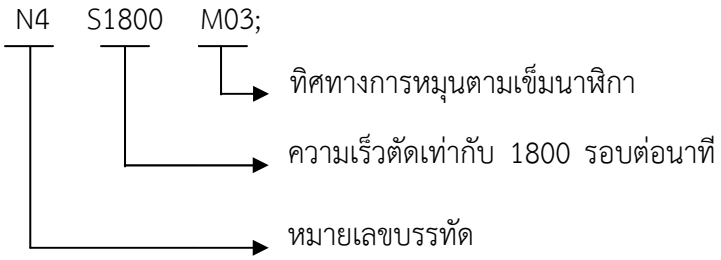


หมายเหตุ คำสั่งอัตราป้อนมีผลต่อเนื่องตลอดการทำงาน และต้องใช้ในบล็อกแรกของโปรแกรม

4.4.5 คำสั่งเพลาหมุน (Spindle Function)

คำสั่งเพลาหมุนเป็นคำสั่งที่ใช้อักษรนำคือ “S” และตามด้วยตัวเลขไม่เกิน 4 ตัว

ตัวอย่างบรรทัดคำสั่งเพลาหมุน



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี) **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.1, 5.2**

5. รายละเอียดและรูปแบบการทำงานคำสั่งพื้นฐาน G (G Code)

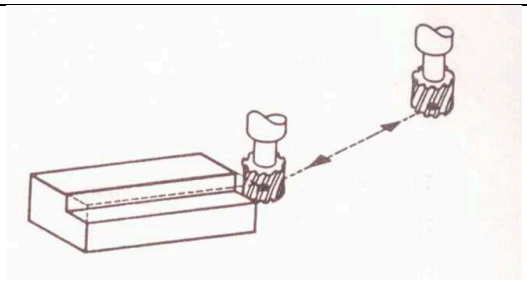
การทำงานของคำสั่ง G Code

คำสั่งที่ใช้สำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน และมีดกัดให้ขึ้นรูปได้รูปทรงตามแบบที่กำหนด เช่น การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง, การเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งวงกลมตามเข็มนาฬิกาหรือทวนเข็มนาฬิกา เป็นต้น

5.1 คำสั่งเคลื่อนที่เร็ว (Rapid positioning) “G00”

เป็นคำสั่งที่กำหนดให้ชุดแคร่เลื่อน เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วโดยไม่มีการตัดเฉือนชิ้นงาน ใช้ในการเปลี่ยนตำแหน่งเข้าหรือออกจากชิ้นงาน จากจุดเริ่มต้นหรือตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการ

รูปแบบของบล็อก : N... G00 X (U)... Z (W)...



ตัวอย่างคำสั่ง

G00 X100.0 Z 10.0 ;

5.2 คำสั่งเคลื่อนที่ตามอัตราป้อน (Feed Rate Positioning) “G01”

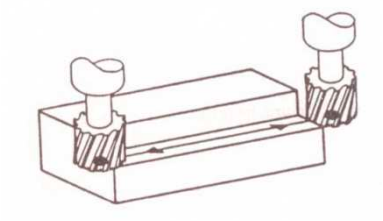
เป็นคำสั่งที่เคลื่อนที่ของโต๊ะงานหรือมีดกัด เพื่อใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานตามค่าอัตราป้อน (Feed) ที่กำหนด จากจุดเริ่มต้นหรือตำแหน่งปัจจุบันไปยังตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการ โดยเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงในแนวแกนใดแกนหนึ่งหรือพร้อมกันทั้งสามแกน ดังนั้นคำสั่ง G01 นี้จะต้องกำหนดอัตราป้อนการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานหรือมีดกัดด้วยเสมอ

รูปประโยค : G01 X... F...

หรือ G01 X ... Y... F...

หรือ G01 X... Y... Z... F...

G01 : Linear Interpolation



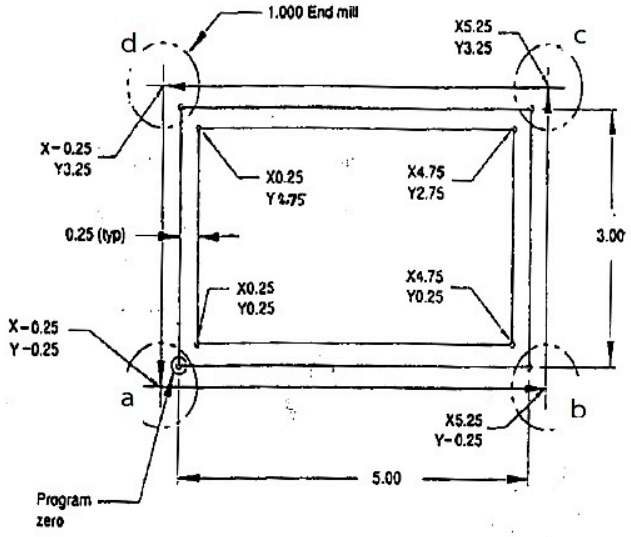
กันทั้งสอนแกน ด้วยอัตราป้อน (ม.ม./นาที)

รูปแบบคำสั่ง

N... G01 X..... Z.... F....

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.3**

ตัวอย่างการใช้งาน G01



ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยคำสั่ง G01

N10 G01 X-0.25 Y-0.25 F100 มีดเคลื่อนที่ตัดเฉือนไปที่ a

N20 G01 X5.25 Y-0.25 มีดเคลื่อนที่ตัดเฉือนไปที่ b

N30 G01 X5.25 Y3.25 มีดเคลื่อนที่ตัดเฉือนไปที่ c

N40 G01 X-0.25 Y3.25 มีดเคลื่อนที่ตัดเฉือนไปที่ d

5.3 คำสั่งเคลื่อนที่เป็นเส้นโค้งที่ความเร็วอัตราป้อน

G02 : โค้งตามเข็มนาฬิกา (CW) **G03 : โค้งทวนเข็มนาฬิกา (CCW)**

เป็นคำสั่งให้โต๊ะงานเคลื่อนที่เป็นส่วนโค้งหรือเป็นวงกลม โดยจะมีลักษณะการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกัน ระหว่างคำสั่ง G02 กับคำสั่ง G03 ซึ่งขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุน

รูปประโยค คำสั่งเดินมีดกัดเป็นส่วนโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

G02 X.... Y.... I.... J.... หรือ G02 X... Y... R...

รูปประโยค คำสั่งเดินมีดกัดเป็นส่วนโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

G03 X.... Y.... I.... J.... หรือ G03 X... Y... R...

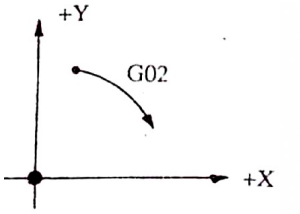
ค่า X.... Y..... เป็นจุดสิ้นสุด (End Point) ของส่วนโค้ง

ค่า I เป็นค่าตามแนวแกน X , และ J เป็นค่าตามแนวแกน Y (อาจมีค่าเท่ากับรัศมี หรือน้อยกว่ารัศมี)

ค่า R เป็นค่ารัศมีของส่วนโค้ง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.3**

รูปประโยคและการเคลื่อนที่ของคำสั่ง G02

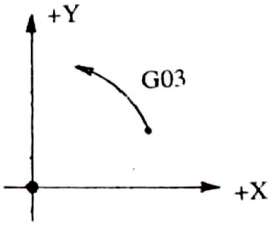


รูปประโยค คำสั่งกัดส่วนโค้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

G02 X.... Y.... I.... J....

หรือ G02 X... Y... R...

รูปประโยคและการเคลื่อนที่ของคำสั่ง G03



รูปประโยค คำสั่งกัดส่วนโค้งในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา

G03 X.... Y.... I.... J....

หรือ G03 X... Y... R...

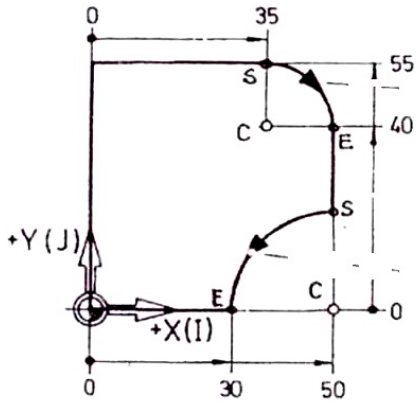
หมายเหตุ - ค่า X.... Y..... เป็นจุดสิ้นสุด (End Point) ของส่วนโค้ง

- ค่า I เป็นค่าเวกเตอร์ตามแนวแกน X , และ J เป็นค่าเวกเตอร์ตามแนวแกน Y
- ค่า R เป็นค่ารัศมีของส่วนโค้ง

ขั้นตอนในการการเขียนคำสั่ง G02 และ G03 (โดยใช้ค่า R)

การเขียนคำสั่ง G02 หรือ G03 ให้ถูกต้องมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

ตัวอย่างแบบงานกัดด้วยคำสั่ง G02 หรือ G03



<u>ขั้นที่ 1</u>. กำหนดจุดเริ่มต้นของส่วนโค้ง

(1) ส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา (R = 15) คือ N10 G01 X35 Y55	(2) ส่วนโค้งทวนเข็มนาฬิกา (R=20) คือ N10 G01 X50 Y20

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.3**

ขั้นที่ 2. เลือกใช้คำสั่งกัดแบบตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา และกำหนดจุดสิ้นสุดของส่วนโค้ง

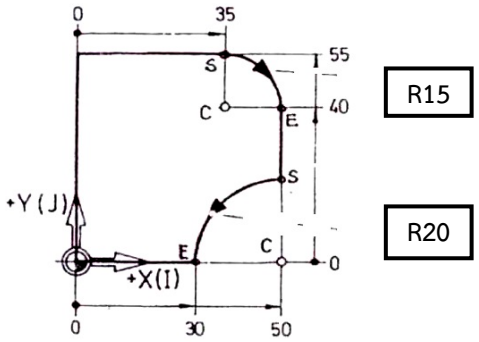
(1) ส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา (R = 15) คือ N20 G02 X50 Y40	(2) ส่วนโค้งทวนเข็มนาฬิกา (R=20) คือ N20 G03 X30 Y0

ขั้นที่ 3. กำหนดค่า R และใส่ต่อในรูปประโยคกัดส่วนโค้ง

(1) ส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา (R = 15) คือ N20 G02 X50 Y40 R15	(2) ส่วนโค้งทวนเข็มนาฬิกา (R=20) คือ N20 G03 X30 Y0 R20

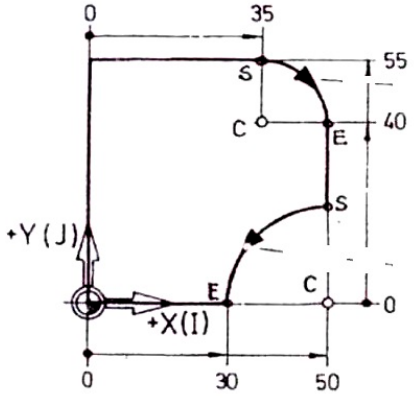
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี (เฉพาะเส้นทางการเคลื่อนที่)

N10 G00 X0 Y0
N20 G01 X0 Y55
N30 G01 X35
N40 G02 X50 Y40 R15
N50 G01 Y20
N60 G03 X30 Y0 R20
N70 G01 X0



ขั้นตอนในการการเขียนคำสั่ง G02 และ G03 (โดยใช้ค่า I และ J มักใช้ในกรณีที่เครื่องกัดไม่รับคำสั่ง R)

การเขียนคำสั่ง G02 หรือ G03 ให้ถูกต้องมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้



ขั้นที่ 1. กำหนดจุดเริ่มต้นของส่วนโค้ง

1) ส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา (R = 15) คือ N10 G01 X35 Y55	1) ส่วนโค้งทวนเข็มนาฬิกา (R=20) คือ N10 G01 X50 Y20

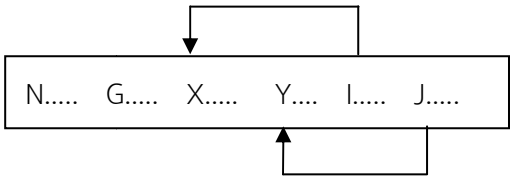
ขั้นที่ 2. เลือกใช้คำสั่งกัดแบบตามเข็มหรือทวนเข็มนาฬิกา และกำหนดจุดสิ้นสุดของส่วนค้า

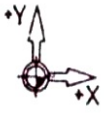
1) ส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา (R = 15) คือ N20 G02 X50 Y40	2) ส่วนโค้งทวนเข็มนาฬิกา (R=20) คือ N20 G03 X30 Y0

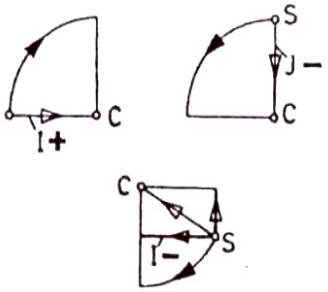
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.3**

ขั้นที่ 3. กำหนดค่า I และ K มีขั้นตอนการพิจารณาดังนี้

รูปแบบประโยค

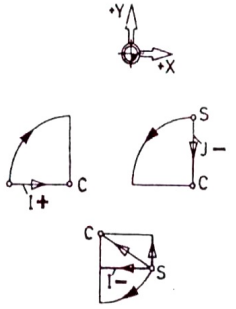


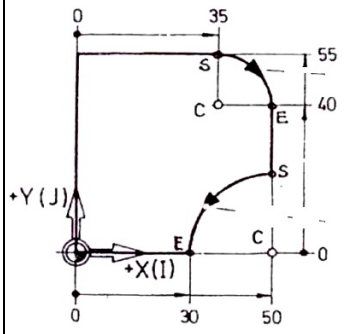




1. X และ Y เป็นจุดสิ้นสุดของส่วนโค้ง
2. I เป็นเวกเตอร์ของแนวแกน X , และ J เป็นเวกเตอร์ของแนวแกน Y
3. ในการหาค่า I และ J ให้ลากเส้นตรงจากจุดจุดเริ่มต้นส่วนโค้ง (S) ไปยังจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง (C) และใส่หัวลูกศรเข้าหาจุด C การอ่านค่าจะใช้การวัดแบบต่อเนื่อง ดังนั้น ถ้าทิศทางหัวลูกศรชี้ไปตามระบบโคออดิเนท จะมีค่าเป็น บวก (+) และถ้าทิศทางหัวลูกศรชี้ไปสวนทางกับระบบโคออดิเนท จะมีค่าเป็น ลบ (-)

4. ถ้าจุด S ขนานกับแกน X จะได้ค่า I และ J = 0, ถ้าจุด S ขนานกับแกน Y จะได้ค่า J และ I = 0 และถ้าจุด S ไม่ขนานกับแนวแกน X หรือ Y จะมีทั้งค่า I และ J ดังรูป





G02 X50 Y40 I0 J-15

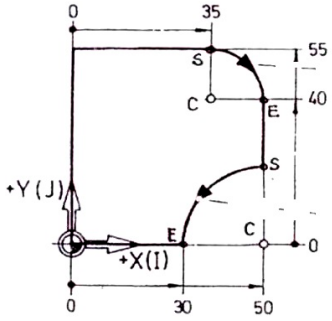
G03 X30 Y0 I0 J-20

2) ส่วนโค้งตามเข็มนาฬิกา (R = 15) คือ
N20 G02 X50 Y40 I0 J-15

2) ส่วนโค้งทวนเข็มนาฬิกา (R=20) คือ
N20 G03 X30 Y0 I0 J-20

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี (เฉพาะเส้นทางการเคลื่อนที่)

N10 G00 X0 Y0
N20 G01 X0 Y55
N30 G01 X35
N40 G02 X50 Y40 I0 J-15
N50 G01 Y20
N60 G03 X30 Y0 I0 J-20
N70 G01 X0



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.4**

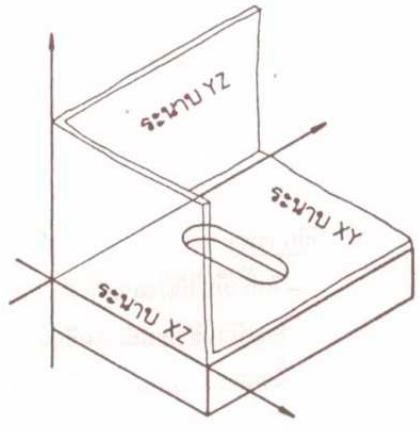
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี (เฉพาะเส้นทางการเคลื่อนที่)

```
N10   G00  X0  Y0
N20   G01  X0   Y55
N30   G01  X35
N40   G02  X50  Y40  I0  J-15
N50   G01  Y20
N60   G03  X30  Y0  I0  J-20
N70   G01  X0
```

5.4 คำสั่งเลือกระนาบทำงาน “G17, G18, G19”

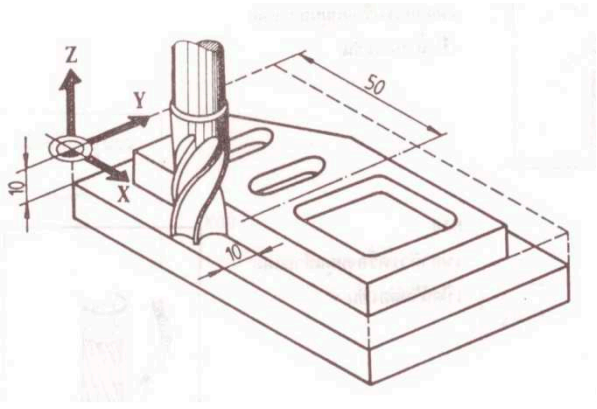
ในงานกัดชิ้นงานบนเครื่องกัดซีเอ็นซี บางครั้งต้องทำงานในระนาบต่างๆ เช่นงานกัดโค้งในระนาบต่างๆ ทั้ง 3 ระนาบ ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องระบุคำสั่งกำหนดระนาบทำงานด้วย เพื่อให้เครื่องกัดทำงานในระนาบที่ต้องการ ในงานกัดซีเอ็นซีจะแบ่งระนาบทำงานออกเป็น 3 ระนาบ คือ คำสั่งระนาบทำงาน G17, G18 หรือ G19 การเลือกใช้คำสั่งใดขึ้นอยู่กับตำแหน่งแกนมีดกัดและพื้นที่ที่ทำงาน

ระนาบในระบบโคออดิเนทแบบ 3 แกน มี 3 ระนาบ



คำสั่งกำหนดระนาบ XY คือ G17
คำสั่งกำหนดระนาบ XZ คือ G18
คำสั่งกำหนดระนาบ YZ คือ G19

ตัวอย่างแสดงการทำงานของระนาบ G17



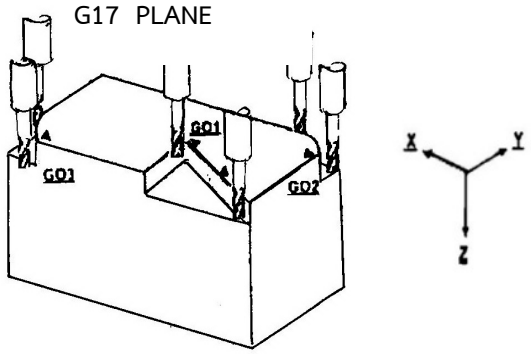
หมายเหตุ : ในงานกัดด้วยเครื่องกัดชนิดเครื่องกัดตั้งซีเอ็นซี จะใช้คำสั่ง G17 เป็นคำสั่งกำหนดระนาบทำงานที่ระนาบ XY ทั่วไปแล้วจะเซ็ทคำสั่ง G17 ไว้ที่ระบบเอ็นซีของเครื่องแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเขียนในโปรแกรม

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.4**

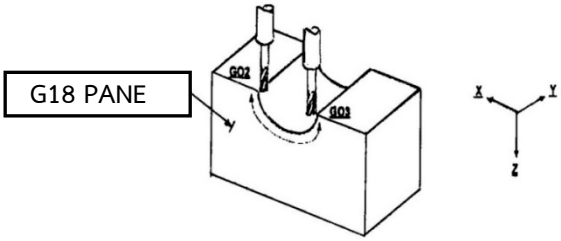
ลักษณะการทำงานของแนวมีดกัดและระนาบทำงานของคำสั่งต่างๆ

คำสั่ง	แนวมีดกัด	พื้นที่ทำงาน
G17	Z	XY
G18	Y	XZ
G19	X	YZ

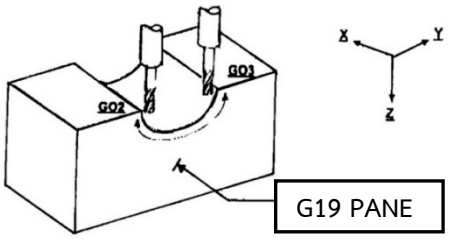
ตัวอย่างแสดงการใช้คำสั่งการกัดโค้งในระนาบ G17



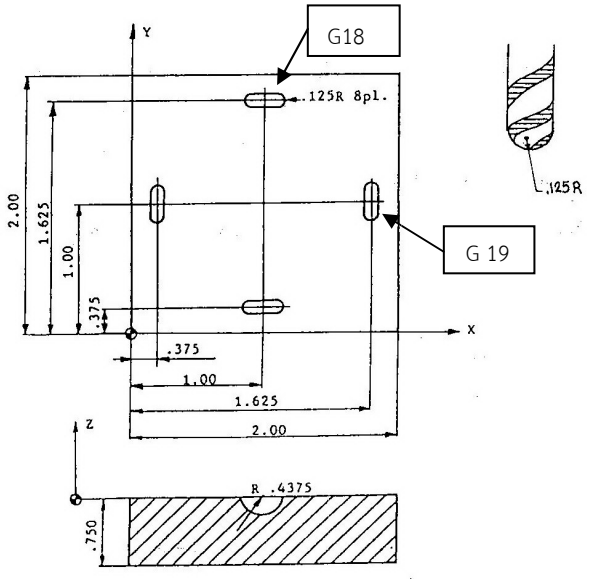
ตัวอย่างแสดงการใช้คำสั่งการกัดโค้งในระนาบ G18



ตัวอย่างแสดงการใช้คำสั่งการกัดโค้งในระนาบ G19



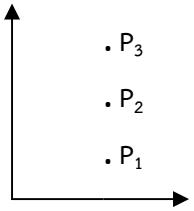
ตัวอย่างแสดงการใช้คำสั่งการกัดโค้งใน ระนาบ G18 และ G 19 บนชิ้นงานเดียวกัน

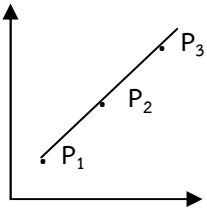


	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.5**

5.5 คำสั่งกลับไปยังจุดอ้างอิงหรือจุดศูนย์ “G28”

เป็นคำสั่งให้โต๊ะงานและมีดกัดเคลื่อนที่กลับไปยังจุดอ้างอิง หรือจุด Home





รูปแบบคำสั่ง : G91 G 28 Z0 (สั่งให้มีดกัดเคลื่อนที่กลับไปยังจุดอ้างอิง หรือจุด Home)

หรือ G91 G 28 X0 Y0 (สั่งให้โต๊ะงานเคลื่อนที่กลับไปยังจุดอ้างอิง หรือจุด Home)

ลักษณะการใช้งาน

- ใช้เขียนเมื่อเริ่มต้นโปรแกรม
- ใช้เขียนเมื่อจบการทำงานของมีดกัดตัวที่ 1 และต้องการเปลี่ยนมีดใหม่แทน
- ใช้เขียนก่อนบล็อกจบโปรแกรม “M30” เพื่อให้โต๊ะงานและมีดกัดเคลื่อนที่กลับไปจุดอ้างอิงหรือ Home

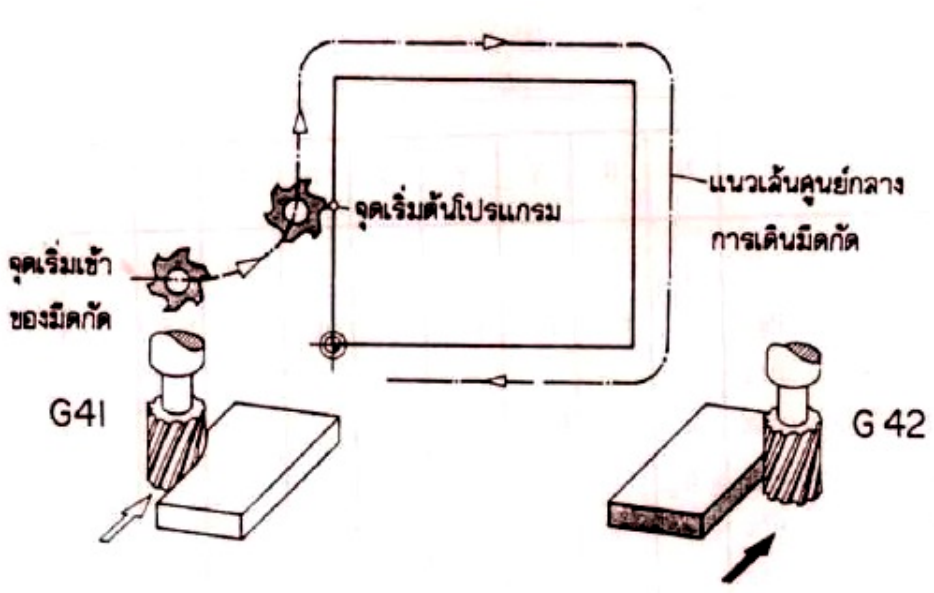
ตัวอย่างการใช้คำสั่ง G28

```
% O123
N1 G91 G28 Z0          ใช้เขียนเมื่อเริ่มต้นโปรแกรม
N2 T01 M06
N3 S1000 M03
N4 G90 G54 G00 X... Y...
N5 G43 Z20 H01
  .....
N9 G91 G28 Z0 M5    ใช้เขียนเมื่อจบการทำงานของมีดกลึงตัวที่ 1 และต้องการเปลี่ยนมีดใหม่แทน
N10 T02 M06
N11 S2000 M03
N12 .....
N13 .....
N14 G91 G28 X0 Y0 M5
N15 G91 G28 Z0          ใช้เขียนก่อนบล็อกคำสั่งจบโปรแกรม “M30”
N16 M30
```

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)**
	สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1	**หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
	(CNC Milling Operation Basic Course)	**รหัสวิชา 0920921103**
	รหัสหลักสูตร 0920082091101	**หัวข้อย่อยที่ 5.6, 5.7**

5.6 คำสั่งชดเชยรัศมีมีดกัด (Tool Nose Radius Compensation) “G41, G42”

ในการปฏิบัติงานกัดซีเอ็นซี รัศมีของมีดกัดมีผลต่อขนาดของชิ้นงาน เนื่องจากเส้นทางการเคลื่อนที่ของมีดกัดจะยึดถือแนวทางเดินที่แนวศูนย์กลางของมีด เมื่อขนาดมีดกัดโตขึ้นระยะทางจากของชิ้นงานไปยังแนวศูนย์กลางของมีดจะมากขึ้น แต่ตำแหน่งต่างๆยังเท่าเดิมตามแบบงาน จึงมีผลทำให้ชิ้นงานที่ผลิตได้มีขนาดเล็กลง ดังนั้นทุกครั้งที่มีการกัดรูปทรงชิ้นงานจึงต้องใช้คำสั่งชดเชยรัศมีมีดกัด เพื่อให้การเขียนกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของมีดกัดตรงตามแบบงาน



คำสั่งชดเชยรัศมีมีดกัด

G41 การชดเชยรัศมีมีดกัดทางซ้ายของเส้นขอบงาน

G42 การชดเชยรัศมีมีดกัดทางขวาของเส้นขอบงาน

รูปประโยค

G41 X.... Y.... D..... หรือ
G42 X.... Y.... D.....

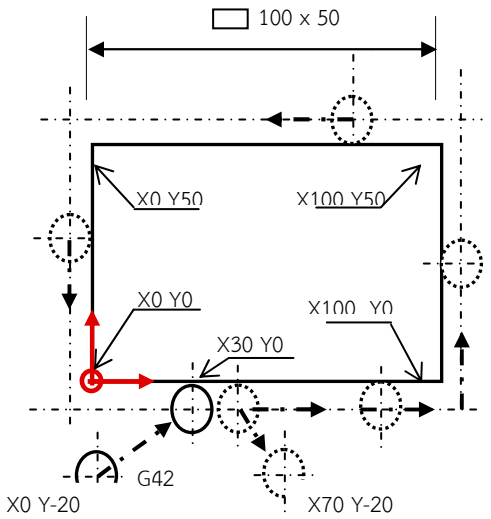
เมื่อ X... Y... คือจุดเริ่มต้นของการตัดเฉือน และ D คือ หมายเลขชดเชยรัศมีมีดกัด

5.7 คำสั่งยกเลิกค่าชดเชยรัศมีมีดกัด (Tool Nose Radius Compensation) “G40”

เมื่อการใช้คำสั่งชดเชยรัศมีมีดกัดด้วย G41 หรือ G42 เสร็จแล้ว จำเป็นต้องยกเลิกค่าชดเชยรัศมีมีดกัดทุกครั้ง ด้วยคำสั่ง G40 คำสั่งนี้จะวางไว้เป็นคำเดียวโดดๆ หลังจากจบการทำงานด้วย G41 หรือ G42 เมื่อยกเลิกการชดเชยแล้วแนวเส้นทางการเคลื่อนที่ของมีดกัดจะอ้างอิงตำแหน่งที่แนวศูนย์กลางของมีดกัด

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.8**

ตัวอย่างแบบงานกัดรูปทรงโดยใช้คำสั่ง G42,G40

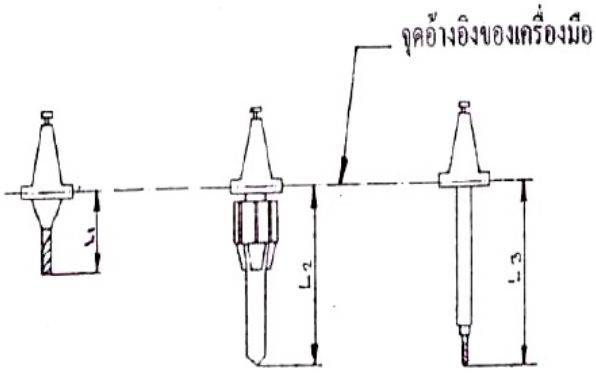


ตัวอย่างการเขียนโปแกรมโดยใช้คำสั่ง G42, G40

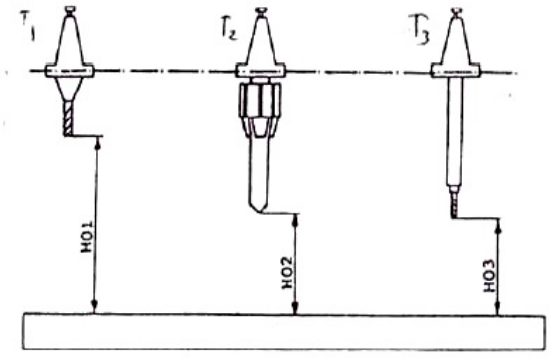
N1 G91 G28 Z0	N9 Y50
N2 T01 M6	N10 X0
N3 S1000 M3	N11 Y0
N4 G90 G0 X0 Y-20	N12 X45
N5 G43 Z20 H01	N13 X70 Y-20
N6 G01 Z-5 F100 M8	N14 G40
N7 G42 X30 Y0 D17	N15 G91 G28 Z0 M9
N8 X100	N16 M30

5.8 คำสั่งชดเชยความยาวมีดกัด “G43”

ในงานขึ้นรูปชิ้นงานให้เป็นชิ้นงานสำเร็จได้นั้น บางครั้งต้องใช้เครื่องมือตัดหลายชนิด เช่น ใช้มีดกัดปาดผิว มีดกัดเอ็นมิลล์ ดอกเจาะ หรือดอกต๊าปเกลียว เป็นต้น เครื่องมือทั้งหมดนี้เมื่อประกอบกับชุดมีดกัดแล้วจะมีความยาวไม่เท่ากัน ดังนั้น ก่อนจะต้องทำการวัดความยาวเครื่องมือตัดทุกตัวและเปรียบเทียบกับความยาวของมีดกัดหลัก (Master Tool) ที่ใช้ในการตั้งจุดศูนย์โปรแกรม แล้วนำค่าความแตกต่างนี้ไป ใส่ในส่วนของชดเชยความยาวมีดในโหมด Tool Offset ที่เครื่องกัด เมื่อเรียกใช้มีดใดทำงาน จะต้องใช้คำสั่งชดเชยความยาวมีดด้วย G43 ชุดควบคุมจะนำค่าความยาวมีดมาชดเชยให้ เป็นผลให้ความลึกที่ขึ้นรูปมีขนาดถูกต้องตรงกับที่เขียนโปรแกรม



รูปแสดงความยาวเครื่องมือที่มีความยาวแตกต่างกัน



รูปแสดงการกำหนดหมายเลขชดเชยความยาวเครื่องมือ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.9, 5.10**

รูปประโยคคำสั่งชดเชยความยาวเครื่องมือ

G43 Z..... H.....

Z คือ ระยะที่ปลายมีดอยู่เหนือจุดศูนย์โปรแกรม ทั่วไปแล้วจะกำหนดให้ปลายมีดอยู่เหนือผิวงาน 20 ม.ม.

H คือ หมายเลขชดเชยความยาวมีด ค่า H มีตั้งแต่ H01 ถึง H16 ตามจำนวนช่องบรรจุมีดที่ชุดป้อมมีด

หมายเหตุ - ต้องใช้คำสั่งนี้ทุกครั้งภายหลังใช้คำสั่งเปลี่ยนมีด

ตัวอย่าง การเขียนโปรแกรมโดยกำหนดให้มีด T01 ใช้ค่าชดเชยความยาว H01 และ T03 ใช้ H03

O01

N100 G91 G28 Z0
N110 T01 M06
N120 S1000 M3
N130 G90 G54 G00 X...Y...
N140 G43 Z20 H01
N150 G01 Z0 F100
N200 ....
N210 G91 G28 Z0 M5
N220 Y03 M06
N230 S2000 M3
N240 G90 G00 X... Y...
N250 G43 Z20 H03
N260 G01 Z-.... F150
N270 .....
.....
N400 G91 G28 Z0 M05
N410 M30

5.9 คำสั่งยกเลิกค่าชดเชยความยาวมีดกัด (G49)

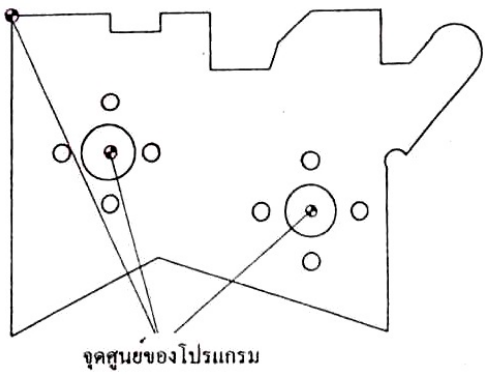
เมื่อการใช้คำสั่งชดเชยความยาวมีดกัดด้วย G43 เสร็จแล้ว เมื่อต้องการเปลี่ยนมีดใหม่ จะใช้คำสั่ง G49 เพื่อยกเลิกการชดเชยความยาวมีดกัด แต่โดยทั่วไปแล้วผู้เขียนโปรแกรมมักไม่ค่อยใช้คำสั่งนี้ เนื่องจากเมื่อใช้คำสั่งกลับโฮม ด้วยคำสั่ง G91 G28 Z0 ระบบควบคุมจะทำการยกเลิกค่าชดเชยความยาวมีดให้เอง

510 คำสั่งกำหนดจุดศูนย์โปรแกรม "G54, G55, G56, G57, G58, G59"

คำสั่ง G54 ถึง G59 เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดตำแหน่งศูนย์ของโปรแกรม (จุดศูนย์ของชิ้นงาน) ในงานกัดซีเอ็นซีบางงาน มีการใช้จุดศูนย์โปรแกรมหลายจุด เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเขียนโปรแกรม ดังตัวอย่างในรูป ชิ้นงานเดียวกันมีการกำหนดจุดศูนย์โปรแกรมถึง 3 จุด ดังนั้นผู้เขียนอาจกำหนดจุดศูนย์ที่ 1 ด้วย G54 และจุดศูนย์ที่ 2 ด้วย G55 และจุดศูนย์ที่ 3 ด้วย G56 ดังรูป

จุดศูนย์โปรแกรมที่ 1 กำหนดด้วยคำสั่ง G54

จุดศูนย์โปรแกรมที่ 2 กำหนดด้วยคำสั่ง G55



จุดศูนย์โปรแกรมที่ 3 กำหนดด้วยคำสั่ง G56

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.11**

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยจุดศูนย์โปรแกรม 3 จุด

เมื่อกำหนดให้ T01 ใช้กับจุดศูนย์โปรแกรม G54
T02 ใช้กับจุดศูนย์โปรแกรม G55
T03 ใช้กับจุดศูนย์โปรแกรม G56

O222

N100 G91 G28 Z0	N200 G91 G28 Z0 M5	N400 G91 G28 Z0 M5
N110 T01 M06	N210 T02 M06	N410 T03 M06
N120 S1000 M03	N220 S2000 M03	N420 S1200 M03
N120 G90 **G54** G00 X...Y...	N230 G90 **G55** G00 X...Y...	N430 G90 **G56** G00 X...Y...
N130 G43 Z20 H01	N240 G43 Z20 H02	N440 G43 Z20 H03
N140 G01 Z0 F100	N250 G01 Z0 F100	N450 G01 Z0 F100
.....	.....	....
N190.....	N390.....	N800 M30

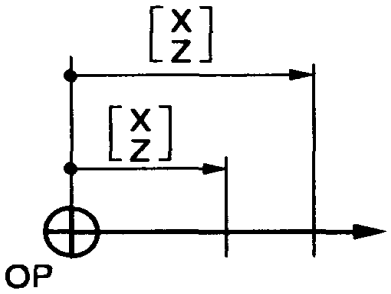
5.11 คำสั่งกำหนดใช้พิกัด Co-Ordinate การเคลื่อนที่ (G90, G91)

การกำหนดขนาดในโปรแกรมเอ็นซี กำหนดขนาดได้ 2 แบบ คือ

1) แบบสมบูรณ์ (Absolute Dimensions : G90)

2) แบบต่อเนื่อง (Incremental Dimensions : G91)

G90 : Absolute Dimensions



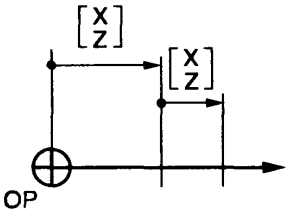
1) คำสั่งการวัดแบบสมบูรณ์ (Absolute Dimensions : G90)

เป็นระบบการวัดที่อ้างอิงจากจุดศูนย์โปรแกรม (Fixed Zero datum) เสมอ

- ทุกๆ ตำแหน่งที่มีดหรือโต๊ะงานเคลื่อนที่ไปจะอ้างอิงจากจุดศูนย์โปรแกรมทุกครั้ง
- เมื่อต้องการใช้ระบบการวัดแบบสมบูรณ์ จะต้องใช้คำสั่ง G90 ทุกครั้ง และมีผลต่อเนื่อง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.11**

G91 : Incremental Dimensions



2) คำสั่งการวัดแบบต่อเนื่อง (Incremental Dimensions : G91)

เป็นระบบการวัดที่มีลักษณะเหมือนการย้ายจุดศูนย์ตามไปด้วย

- การกำหนดจุดแรกจะวัดมาจากจุดศูนย์โปรแกรม
- จุดต่อ ๆ ไปให้ถือว่า จุดปัจจุบันเป็นจุดศูนย์ของจุดถัดไป
- เมื่อต้องการใช้ระบบการวัดแบบต่อเนื่อง จะต้องใช้คำสั่ง G91 ทุกครั้ง และมีผลต่อเนื่อง

รูปแบบการใช้งาน : N.. G90/G91 G00/G01 X.. Z..

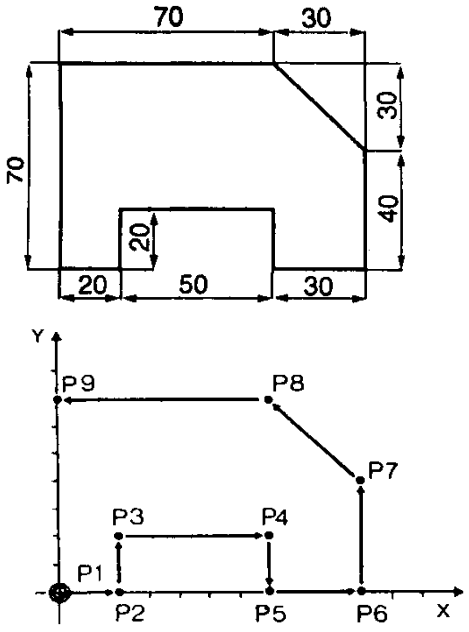
G90 : กำหนดขนาดแบบสมบูรณ์

G91 : กำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง

X.. Z.. : End Point

คุณสมบัติของคำสั่ง	**การยกเลิกรหัสคำสั่ง**
G90 และ G91 เป็นรหัสคำสั่งที่มีผลตลอด (Modal)	G90 ยกเลิก G91, G91 ยกเลิก G90

ตัวอย่างการกำหนดตำแหน่งโดยใช้คำสั่ง G90 และ G91



POINT	ABSOLUTE "G90"		INCREMENTAL "G91"	
P	X	Y	X	Y
1	0	0	0	0
2	20	0	20	0
3	20	20	0	20
4	70	20	50	0
5	70	0	0	-20
6	100	0	30	0
7	100	40	0	40
8	70	70	-30	30
9	0	70	-70	0
1	0	0	0	-70

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 5.11**

หมายเหตุ : ในการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซีทุกโปรกแกรมจะมีการใช้ระบบการวัดทั้งแบบสมบูรณ์ “G90” และแบบต่อเนื่อง “G91” สลับกันตลอด เช่น เมื่อสั่งให้มีดกัดเลื่อนกลับไปที่จุดเปลี่ยนเครื่องมือหรือจุดอ้างอิง จะใช้ G91 และเมื่อใช้ในการเดินมีดกัดรูปทรงจะใช้ G90 ดังตัวอย่าง

```
O222
 N100  G91 G28 Z0
 N110  T01  M06
 N120  S1000  M03
 N120  G90 G54 G00  X...Y...
 N130  G43  Z20  H01
 N140  G01  Z0  F100
 .....
 N190.....
 N200  G91  G28  Z0  M5
 N210  T02   M06
 N210  T02   M06
 N230  G90 G00  X...Y...
 N240  G43  Z20  H02
 N250  G01  Z0  F100
 .....
 N390.....
 N400  G91  G28  Z0  M5
 N410  T03   M06
 N420   S1200  M03
 N430  G90 G00  X...Y...
 .....
 N790  G91  G28  Z0  M05
 N800  M30
```

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 6.1, 6.2**

6. รายละเอียดและรูปแบบการใช้งานของคำสั่งพื้นฐาน M (M Function)

การทำงานของคำสั่ง M Code

คำสั่ง M เป็นคำสั่งสำหรับอุปกรณ์ช่วยในการทำงานให้ทำงานหรือหยุดทำงาน เพื่อเสริมให้คำสั่ง G สามารถทำงานได้สมบูรณ์ขึ้น คำสั่ง M มีตั้งแต่ M00–M99 ในบทนี้จะแสดงเฉพาะคำสั่ง M ที่ใช้งานเป็นพื้นฐานทั่วๆ ไป

6.1 คำสั่งหยุดโปรแกรม จะทำงานต่อเมื่อกดไซเคิลสตาร์ท “M00”

คำสั่งนี้ใช้เมื่อต้องการหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติชั่วคราว เพื่อตรวจสอบขนาดงาน ตรวจสอบเครื่องมือตัด หรือเอาเศษโลหะออก

- ใช้เขียนคำเดียวโดดๆ ในบรรทัด
- การทำงานอย่างอัตโนมัติของเครื่องจะหยุดทุกครั้งเมื่ออ่านคำสั่ง M00
- คำสั่ง M00 นี้ จะยกเลิกการทำงานของคำสั่ง M03, M04, M08 และ คำสั่ง S ด้วย
- เมื่อต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม “Cycle Start”

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

```
N100  G91  G28  Z50
N110  M00
N120  T05  M06
```

6.2 หยุดโปรแกรมด้วยปุ่มออฟชั่นสต๊อบ (Optional stop) “M01”

คำสั่งนี้ใช้เมื่อต้องการหยุดการทำงานอย่างอัตโนมัติชั่วคราว เพื่อตรวจสอบขนาดงาน ตรวจสอบเครื่องมือตัด หรือเอาเศษโลหะออก แต่เป็นการหยุดอย่างมีเงื่อนไข

- ใช้เขียนคำเดียวโดดๆ ในบรรทัด
- เมื่อต้องการให้หยุดการทำงานชั่วขณะให้กดปุ่ม “Optional Stop” และเมื่อต้องการทำงานต่อให้กดปุ่ม “Cycle Start”
- คำสั่ง M01 นี้ จะยกเลิกการทำงานของคำสั่ง M03, M04, M08 และ คำสั่ง S ด้วย
- เมื่อต้องการทำงานต่อเนื่องโดยไม่หยุดที่คำสั่ง M01 ให้ปลดปุ่ม “Optional Stop” ออก
- ถ้าไม่กดปุ่ม “Optional Stop” เมื่อทำงานมาถึงคำสั่ง M01 เครื่องจะไม่หยุดการทำงาน

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

```
N100  G91  G28  Z00
N110  M01
N120  T05  M06
```

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 6.3, 6.4, 6.5**

6.3 คำสั่งสิ้นสุดโปรแกรมหรือจบโปรแกรม “M02”

เป็นคำสั่งจบโปรแกรม การทำงานแบบอัตโนมัติ ทุกอย่างจะถูกปิดหมดและยกเลิกระบบควบคุมเอ็นซี หลอดไฟ “Cycle Start” จะดับลง และหลอดไฟ “Program End” จะสว่างขึ้น

- คำสั่ง M02 นี้ จะไม่ทำงานซ้ำวัฏจักรเดิมเมื่อจบโปรแกรม
- ใช้เขียนคำเดียวโดดๆ ในบรรทัดสุดท้ายของโปรแกรม

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

N100 G91 G28 X0 Y0

N110 G91 G28 Z0

N120 M02

6.4 คำสั่งควบคุมการหมุนของเพลากัดให้หมุนตามเข็มนาฬิกา “M03”

M03 : Spindle clockwise rotation

รูปมีดกัดหมุนขวา

M03 เป็นคำสั่งควบคุมการหมุนของเพลากัดให้หมุนตามเข็มนาฬิกา

- ใช้ร่วมกับคำสั่งกำหนดความเร็วเพลากัด
- คำสั่งนี้ใช้เขียนภายหลังจากเปลี่ยนเครื่องมือแล้ว

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมคำสั่ง G03

N10 T01 M06

N10 S1500 M03

6.5 คำสั่งควบคุมการหมุนของเพลากัดให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา “M04”

M04 : Spindle counterclockwise rotation

รูปมีดกัดหมุนซ้าย

M04 เป็นคำสั่งควบคุมการหมุนของเพลากัดให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา

- ใช้ร่วมกับคำสั่งกำหนดความเร็วรอบเพลากัด
- คำสั่งนี้ใช้เขียนภายหลังจากเปลี่ยนเครื่องมือแล้ว

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมคำสั่ง G04

N10 T02 M06

N20 S1200 M04

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 6.6, 6.7, 6.8**

6.6 คำสั่งให้เพลางานหยุดหมุน “M05”

M05 เป็นคำสั่งให้เพลากัดหยุดหมุน
- ใช้เมื่อต้องการหยุดเพลากัดเพื่อวัด ตรวจสอบขนาด
- ใช้เมื่อต้องการเปลี่ยนเครื่องมือใหม่
- ใช้เมื่อจบการทำงาน

ตัวอย่างการเขียนคำสั่ง M06

N90 T01 M06 เรียกใช้เครื่องมือ

N100 S800 M03 เพลากัดหมุนตามเข็มฯ 800 rpm

N... ...
N... ... } โปรแกรมการตัดเฉือน
N... ...

N240 G91 G28 Z0 M05 → เพลากัดหยุดหมุน

6.7 คำสั่งเปลี่ยนเครื่องมือ “M06”

M06 เป็นคำสั่งใช้ในการเปลี่ยนเครื่องมืออย่างอัตโนมัติ
- ใช้ร่วมกับคำสั่งเรียกมีดกัดทำงาน (T... ...)
- คำสั่งนี้ใช้เขียนภายหลังจากเพลากัดเคลื่อนที่กลับไปที่จุดอ้างอิง และเพลากัดหยุดหมุนแล้ว

ตัวอย่างการเขียนคำสั่ง M06

N100 G91 G28 Z0 M05	N120 G00 Z100 M09
N101 T02 M06	N121 G91 G28 Z0 M5
N102 S1000 M03	N122 T03 M06
N103	N124 S1500 M03
N104	N125 .....

6.8 คำสั่งเปิดสารหล่อเย็น “M08”

คำสั่ง M08

- ก่อนการทำงานผู้ควบคุมเครื่องจะต้องเปิดสวิทช์บนแผงควบคุมให้อยู่ในตำแหน่ง “ON”
- เป็นคำสั่งเปิดสารหล่อเย็นอย่างอัตโนมัติ
- ใช้เขียนร่วมอยู่ในบล็อกที่ต้องการหล่อเย็น และจะมีผลต่อเนื่อง

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

N10 G00 X50 Z2

N20 G01 Z-10 M08

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 6.9, 6.10**

6.9 คำสั่งปิดสารหล่อเย็น “M09”

คำสั่ง M09

- เป็นคำสั่งปิดสารหล่อเย็น
- ใช้ก่อนหยุดการทำงานเพื่อให้สารหล่อเย็นไม่ตกค้างในชิ้นงานและมีดกัด

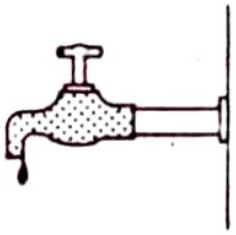
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

N10 G00 X50 Z2

N20 G01 Z-100 M08

N....

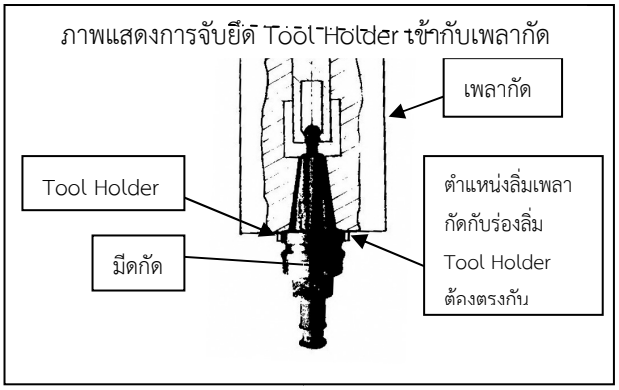
N130 G00 X100 Z50 M09



6.10 คำสั่ง Spindle Orientation (M19)

การส่งถ่ายการหมุนและส่งกำลังให้เพลากัดและ Tool Holder หมุนไปด้วยกัน และสามารถตัดเฉือนชิ้นงานได้นั้น ต้องให้ลิ่มที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนปลายของเพลากัดจะขบกับร่องลิ่มของ Tool Holder

ภาพแสดงตำแหน่งลิ่มบนเพลากัดตรงกับ Tool Holder



ก่อนการเปลี่ยนมีดทุกครั้งจะต้องสั่งให้เพลากัดหมุนขยับเล็กน้อย เพื่อให้ลิ่มของเพลากัดมาอยู่ในตำแหน่งตรงกับร่องลิ่มของ Tool Holder ที่บรรจุอยู่ในแมกกาซีน จึงจะทำการเปลี่ยน Tool ได้ คำสั่งที่ใช้ คือ M19

หมายเหตุ : ในทางปฏิบัติมักไม่ใช้คำสั่ง M19 ในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากการหมุนให้ลิ่มของเพลากัดหมุนมาอยู่ในตำแหน่งตรงกันกับร่องลิ่มของ Tool Holder นั้น เป็นการทำงานในขั้นตอนหนึ่งของคำสั่งเปลี่ยนมีดอย่างอัตโนมัติด้วยคำสั่ง M06 ดังนั้นจึงนิยมใช้คำสั่ง M06 เพื่อเปลี่ยน Tool อย่างอัตโนมัติ ดังนี้ **N.... T... ... M06**

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 6.11**

6.11 คำสั่งสิ้นสุดโปรแกรมหรือจบโปรแกรม " M30 "

เป็นคำสั่งจบโปรแกรม การทำงานแบบอัตโนมัติ ทุกอย่างจะถูกปิดหมดและยกเลิกระบบควบคุมเอ็นซี หลอดไฟ "Cycle Start" จะดับลง และหลอดไฟ "Program End" จะสว่างขึ้น

- คำสั่ง M30 นี้ จะหยุดการทำงานของโปรแกรม และระบบ NC Unit จะสั่งให้กลับมาเริ่มต้นโปรแกรมเดิม เพื่อเริ่มต้นเตรียมพร้อมทำงานใหม่
- เมื่อผู้ควบคุมกดปุ่ม "Cycle Start" จะเริ่มต้นทำงานซ้ำโปรแกรมเดิม
- ใช้เขียนคำเดียวโดดๆ ในบรรทัดสุดท้ายของโปรแกรม

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

```
O3333
N100  G91  G28  Z0
N110  T01  M06
N120  S1000  M03
N130  G90  G54  G00  X.... Y...
N140  G43  Z20  H01
N150  G01  Z-....  F.....  M08
.....
.....
N470  G91  G28  Z0  M09
N480  G91  G28  X0  Y0  M05
N490  M30
```

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 7.1**

7. การเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี

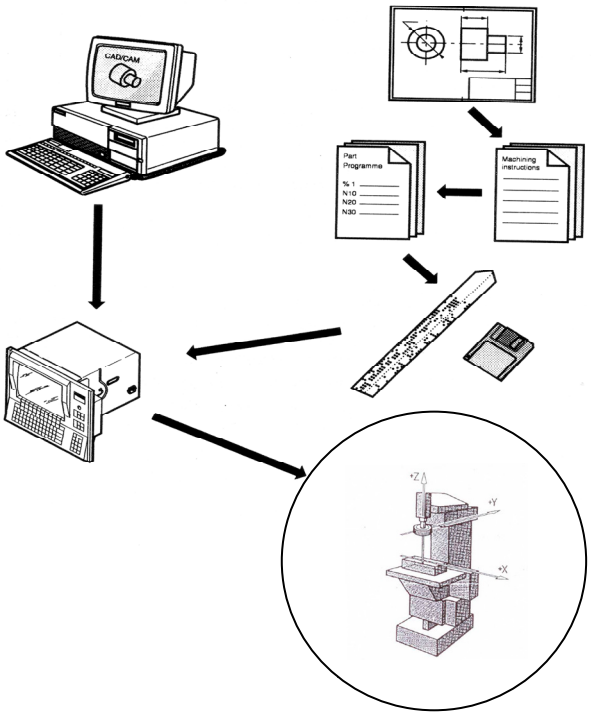
โปรแกรมเอ็นซี (NC Program) หรือโปรแกรมงาน (Part Program) คือชุดคำสั่งเอ็นซีซึ่งประกอบด้วยคำสั่งและเงื่อนไขการทำงานเรียงลำดับขั้นตอนการทำงานขององค์ประกอบต่างๆของเครื่องมือกลซีเอ็นซี ซึ่งเมื่อป้อนเข้าในระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC Controller) แล้ว ระบบควบคุมซีเอ็นซี สามารถประมวลผลและสั่งการให้เครื่องมือกลทำงานได้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้

7.1 วิธีการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

วิธีการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี สามารถเขียนได้ 2 วิธี คือ

1) วิธีแมนวล (Manual Programming)
2) วิธีแบบอัตโนมัติ (Automatic Programming) โดยใช้ Cad-Cam

แบบอัตโนมัติ (Automatic Programming) แบบแมนวล (Manual Programming)



1) วิธีแมนวล (Manual Programming)

เป็นการเขียนแผนการขึ้นรูป เส้นทางการเคลื่อนที่มีดกัด และเขียนโปรแกรมเอ็นซีลงบนแบบฟอร์ม จากนั้นจึงนำโปรแกรมมาป้อนบนแผ่นบันทึกข้อมูลหรือป้อนโดยตรงบนเครื่องจักร

2) วิธีแบบอัตโนมัติ (Automatic Programming) โดยใช้ Cad-Cam

เป็นการสร้างโปรแกรมเอ็นซีบนคอมพิวเตอร์โดยใช้ Cad-Cam หรือ Software Milling CNC จากนั้นนำโปรแกรมมาป้อนเข้าเครื่องจักร

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 7.2**

7.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

ในการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีทั่วไป จะมีรูปแบบกำหนดเป็นรูปแบบที่แน่นอน 4 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 : รูปแบบเริ่มต้นโปรแกรม (ใช้เป็นส่วนเริ่มต้นโปรแกรม)

N10 G90 G80 G49 G40	ยกเลิกการชดเชย ยกเลิกวัฏจักร และใช้ระบบการวัดแบบสมบูรณ์
N20 G91G28 Z0	ให้มีดกัดเคลื่อนที่กลับไปที่จุดอ้างอิงอย่างอัตโนมัติ ระบบวัดแบบต่อเนื่อง
N30 T... ... M06	เปลี่ยนมีดกัด
N40 S... ... ... M03	กำหนดความเร็วรอบ ที่ S... รอบ/นาที และให้มีดกัดหมุนตามเข็มนาฬิกา
N50 G90 G54 G00 X... Y... สมบูรณ์	ใช้จุดศูนย์โปรแกรม G54 เคลื่อนที่เร็วที่ X... Z... ระบบการวัดแบบ
N60 G43 Z... H...	ชดเชยความยาวมีดกัด
N70 G01 Z-.... F.... M08	ขึ้นรูปงานตามแบบ
.....	
N190 G00 Z100 M05 M09	เลื่อนมีดให้พ้นชิ้นงานที่ Z100 หยุดเพลางานและปิดสารหล่อเย็น

รูปแบบที่ 2 : รูปแบบสิ้นสุดการทำงานของเครื่องมือตัด (ใช้จบการทำงานของมีดตัวที่ 1)

N200 G91 G28 Z0 แบบต่อเนื่อง	ให้มีดกัดเคลื่อนที่กลับไปที่จุดอ้างอิงอย่างอัตโนมัติ ระบบการวัด
N210 M01	หยุดการทำงานชั่วขณะด้วย M01 : Optional Stop

รูปแบบที่ 3 : รูปแบบเริ่มต้นการทำงานของเครื่องมือตัดใหม่ (ใช้เริ่มทำงานด้วยมีดตัวที่ 2)

N220 T... ... M06	เปลี่ยนมีดกลึง
N230 S... ... ... M03	กำหนดความเร็วตัดคงที่ S... รอบ/นาที และให้มีดกัดหมุนตามเข็มนาฬิกา
N240 G90 G00 X... Y...	เคลื่อนที่เร็วมาที่ X... Y... ใช้ระบบการวัดแบบสมบูรณ์
N250 G43 Z... ... H... ...	ชดเชยความยาวมีดกัด
N260 G01 Z-... F.... M08	ขึ้นรูปงานตามแบบ
.....	
N390 G00 Z100 M05 M09	เลื่อนมีดกัดให้พ้นชิ้นงานที่ Z100 หยุดเพลางานและปิดสารหล่อเย็น

รูปแบบที่ 4 : รูปแบบจบโปรแกรม (ใช้เมื่อต้องการจบการทำงาน)

N100 G91 G28 Z0	ให้มีดกัดเคลื่อนที่กลับไปที่จุดอ้างอิงอย่างอัตโนมัติ
N110 G91 G28 X0 Y0	ให้แท่นโต๊ะงานเคลื่อนที่กลับไปที่จุดอ้างอิงอย่างอัตโนมัติ
N120 M30	จบโปรแกรม

หมายเหตุ : รูปแบบที่ 2 และ 3 สามารถทำซ้ำๆกันได้หลายครั้ง ตามจำนวนมีดกัดที่ใช้

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 8.1**

8. การวางแผนลำดับขั้นตอนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

การวางแผนในการผลิตชิ้นงานให้ได้ตรงตามแบบงานกำหนดในงานกัดซีเอ็นซีนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : การวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

ส่วนที่ 2 : การวางแผนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี

8.1 ส่วนที่ 1 : การวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

การวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี มีลำดับขั้นตอนดังนี้

8.1.1 การเขียนแผนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานตามแบบงาน (Drawing)

เป็นขั้นตอนศึกษาแบบสั่งงาน แล้วนำมาเขียนเป็นแผนขั้นตอนในการขึ้นรูป ตั้งแต่เริ่มจนถึงขั้นตอนสุดท้ายเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จ เช่น กัดปาดหยาบ กัดรูปทรงหยาบ กัดละเอียด และเจาะรู เป็นต้น

นอกจากกำหนดขั้นตอนการขึ้นรูปแล้ว ยังต้องเลือกใช้ชนิดของเครื่องมือตัดให้เหมาะสมกับขั้นตอนการขึ้นรูป และเลือกใช้ความเร็วตัด ความเร็วรอบ ความลึก และอัตราป้อนให้เหมาะสมกับขั้นตอนต่างๆในการขึ้นรูปอีกด้วย ข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ จะนำมาใส่ลงในรูปตารางขั้นตอนการขึ้นรูป ดังนี้

ตัวอย่างแบบฟอร์มการเขียนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน

แบบงาน (Drawing)

(พื้นที่ว่างให้ครูฝึกใส่แบบงานสำหรับฝึกปฏิบัติ)

ลำดับ	การทำงาน	ความเร็วรอบ รอบ/นาที	อัตราป้อน ม.ม./นาที	เครื่องมือตัด			
				No. มีดกัด	ชนิดมีด	No. ชดเชย H	No. ชดเชย D

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 8.1**

8.1.2 การเลือกใช้ความเร็วตัด ความเร็วรอบ ความลึก และอัตราป้อน

การเลือกใช้ความเร็วตัด ความลึกและอัตราป้อนในงานกัดซีเอ็นซีนั้น ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีความรู้และความเข้าใจในองค์ประกอบที่เป็นเงื่อนไขในการตัดเฉือน ได้แก่ ชนิดของวัสดุงาน ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือ-ตัด ความลึก และอัตราป้อนในการกัด โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ชนิดวัสดุงาน	ชนิดของวัสดุทำเครื่องมือตัด	ความเร็วตัด
อ่อน	อ่อน (เหล็กรอบสูง)	ต่ำ
อ่อน	แข็ง (คาร์ไบด์)	สูง
แข็ง	อ่อน (เหล็กรอบสูง)	ต่ำ
แข็ง	แข็ง (คาร์ไบด์)	สูง

การขึ้นรูป	ความลึก	อัตราป้อน	ความเร็วตัด
หยาบ	มาก	มาก	ต่ำ
ละเอียด	น้อย	น้อย	สูง

ตัวอย่าง ตารางมาตรฐานความเร็วตัด และอัตราป้อน สำหรับมีดกัดเอ็นมิลล์

ความเร็วตัด V (ม./นาที) อัตราป้อน u (ม.ม./นาที)								
ชนิดมีดกัด	**ชนิดของมีดกัด**		**เหล็กไม่ผสม ถึง 700 N/mm**	**เหล็กผสม ถึง 750 N/mm**	**เหล็กผสม ถึง 1000N/mm**	**เหล็กหล่อ ถึง 180 HB**	**โลหะเบา**	**ทองแดงผสม**
มีดกัดตั้ง ความกว้างรอยกัด ถึง 60 ม.ม.		**มีดกัดชนิดเหล็กรอบสูง (High Speed Steel)**						
	งานปาดผิว ละเอียด ความลึก ถึง 1 ม.ม.	**V**	**22 .. 24**	**18..20**	**16...18**	**18...20**	**160..180**	**50...60**
		u	**80..100**	**60..80**	**45...55**	**90...110**	**80...100**	**110...140**
	งานปาดผิวหยาบ ความลึก ถึง 8 ม.ม.	**V**	**16 .. 18**	**14...16**	**12...14**	**14...16**	**80..100**	**30...40**
		u	**25...30**	**20...25**	**10...15**	**30...40**	**40...50**	**45...60**
		มีดกัดชนิดโลหะแข็ง (Carbide)						
	งานปาดผิว ละเอียด ความลึก ถึง 1 ม.ม.	**V**	**180..240**	**140..170**	**90...110**	**150..180**	**1200**	**170...240**
		u	**240..280**	**180..240**	**150..180**	**270..330**	**240..300**	**330..420**
	งานปาดผิวหยาบ ความลึก ถึง 8 ม.ม.	**V**	**130..170**	**110..130**	**70...90**	**110...140**	**500...900**	**90...160**
		u	**90...120**	**80...100**	**40...60**	**120..160**	**160..200**	**180..240**

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการกัดบ่าฉากที่ความลึก 5 ม.ม. วัสดุงานคือ เหล็กหล่อ วัสดุมีดกัดคือ โลหะแข็ง (คาร์ไบด์) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ม.ม. จงหาค่า**ความเร็ว**ตัดและอัตราป้อนในงานกัดหยาบและกัดละเอียดจากตาราง

จากตาราง ในงานกัดหยาบ เลือกใช้ค่าความเร็วตัด 110 – 140 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 120 -160 ม.ม./นาที และในงานกัดละเอียด เลือกใช้ค่าความเร็วตัด 150 – 180 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 270 - 330 ม.ม./นาที

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ทฤษฎี) **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 8.1**

การคำนวณหาความเร็วรอบ

ในงานกัดซีเอ็นซี จำเป็นต้องนำค่าความเร็วตัดที่หาได้จากตารางมาตรฐานความเร็วตัด และอัตราป้อนสำหรับมีดกัดเอ็นมิลล์ มาคำนวณหาค่าความเร็วรอบเพลากัด เพื่อนำไปใช้ในโปรแกรมซีเอ็นซี สามารถคำนวณหาค่าความเร็วรอบได้จากสูตรดังนี้

$$V = \frac{\pi Dn}{1000}$$

V หมายถึง ค่าความเร็วตัด หาได้จากตาราง (ม./นาที)

D หมายถึง ขนาดความโตของเครื่องมือตัด (ม.ม.)

<u>ตัวอย่างที่ 2</u> จากตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาความเร็วรอบในงานกัดหยาบ และงานกัดละเอียด เมื่อใช้มีดกัดหยาบและมีดกัดละเอียด ∅ 30 ม.ม. และจงเขียนรูปประโยคคำสั่งเพลากัดในงานกัดหยาบและละเอียด

ก) ในงานกัดหยาบ จากตารางเลือกใช้ค่าความเร็วตัด 110 – 140 เมตร/นาที (เลือกใช้ 120 เมตร/นาที)

$$V = \frac{\pi Dn}{1000} \quad , \quad n = \frac{1000V}{\pi D} \quad , \quad n = \frac{1000 \times 120}{\pi \times 30} \quad , \quad n = 1{,}273 \text{ รอบ/นาที}$$

ค่าเร็วรอบที่เลือกใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ 1,270 รอบ/นาที

รูปประโยคที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพลากัดในงานกัดหยาบ คือ N... ... S1270 M03

ข) ในงานกัดละเอียด จากตารางเลือกใช้ค่าความเร็วตัด 150 – 180 เมตร/นาที (เลือกใช้ 160 เมตร/นาที)

$$V = \frac{\pi Dn}{1000} \quad , \quad n = \frac{1000V}{\pi D} \quad , \quad n = \frac{1000 \times 160}{\pi \times 30} \quad , \quad n = 1{,}698 \text{ รอบ/นาที}$$

ค่าเร็วรอบที่เลือกใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ 1,700 รอบ/นาที

รูปประโยคที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเพลากัดในงานกัดหยาบ คือ N... ... S1700 M03

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 8.1**

8.1.3 การเขียนเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)

เป็นขั้นตอนในการกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์โปรแกรม และกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานและมีดกัดในขั้นตอนการกัดตามรูปทรง และกำหนดพิกัดทางตำแหน่งที่โต๊ะงานเคลื่อนที่ไปในแต่ละจุดอย่างละเอียด รวมทั้งกำหนดพิกัดทางตำแหน่งในการกัดละเอียด ดังตัวอย่าง

ตัวอย่างแบบฟอร์มการเขียนเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)

แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)

เส้นทางการตัดเฉือน

(พื้นที่ว่างให้ครูฝึกใส่แบบงานสำหรับฝึกปฏิบัติ)

กำหนดพิกัดทางตำแหน่ง

P	X	Y	Z

8.1.4 การเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

เป็นขั้นตอนในการนำข้อมูลจาก 2 ขั้นตอนแรก คือ แผนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน และ**เส้นทางการขึ้น**รูปอย่างละเอียด (Tool Path) มาเขียนเป็นโปรแกรมซีเอ็นซี ผู้เขียนจะต้องแปลงข้อมูลต่าง ๆ จากขั้นตอนทั้งสองนี้ให้อยู่ในรูปของคำสั่ง G, F, S, T และ M โดยเขียนในรูปตารางดังตัวอย่าง (รูปแบบตาราง)

ตัวอย่างแบบฟอร์ม ตารางโปรแกรมงานกลึงซีเอ็นซี ชื่องาน ..... หมายเลขโปรแกรม .....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	หมายเหตุ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 8.2**

8.2 ส่วนที่ 2 : การวางแผนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี

การวางแผนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยทั่วๆ ไปมีขั้นตอนดังนี้

1. ป้อนโปรแกรมบนเครื่องกัดซีเอ็นซี ด้วย Edit Mode
2. ตรวจสอบโปรแกรม
3. ติดตั้งมีดกัดให้ตรงหมายเลขมีดในโปรแกรม
4. ปรับตั้งจุดศูนย์โปรแกรม
5. ปรับตั้งค่าชดเชยขนาดมีด
6. ทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่า ด้วย Dry Run Mode
7. กัดขึ้นรูป ด้วย Single Block Mode
8. ตรวจสอบความถูกต้องทางขนาดในตำแหน่งต่างๆ ตามแบบงานกำหนด
9. ปรับแต่งค่าชดเชยขนาดมีด
10. กัดขึ้นรูป ด้วย Auto Mode

หมายเหตุ : ในแต่ละขั้นมีรายละเอียดขั้นตอนในการทำงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งผู้ปฏิบัติจะต้องศึกษาจากคู่มือแนะนำของผู้ผลิตเครื่องกัดแต่ละรุ่น

: ในรหัสวิชา 0920921004 เป็นตัวอย่างขั้นตอนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี ในขั้นตอน การป้อนโปรแกรมบนเครื่องกัดซีเอ็นซี การตรวจสอบโปรแกรม และการแก้ไขโปรแกรมบนเครื่องกัดซีเอ็นซี (สำหรับขั้นตอนที่ 3 – 10 จะนำเสนอใน เรื่อง การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี 1)

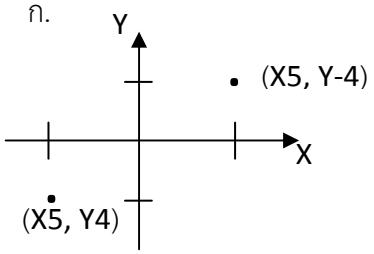
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

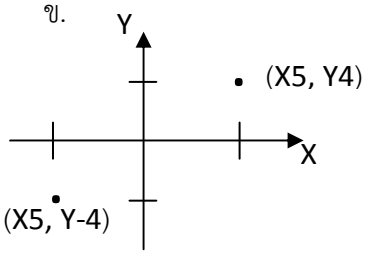
1. ระบบโคออดิเนทในงานเครื่องมือกลซีเอ็นซี หมายถึง
   ก. การกำหนดระยะและขนาดลงในแบบงานเพื่อนำไปเขียนโปรแกรมเอ็นซี
   ข. การกำหนดตำแหน่ง ระยะ และทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในระบบแนวแกน
   ค. ระบบแนวแกนที่มีอย่างน้อย 2 มิติ หรือ 2 แกนตัดกัด ซึ่งจุดตัดกันเป็นจุดศูนย์
   ง. การกำหนดตำแหน่งของการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

2. ข้อใดถูกต้อง

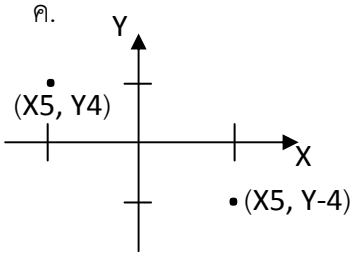
ก.



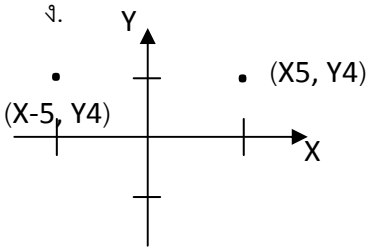
ข.



ค.

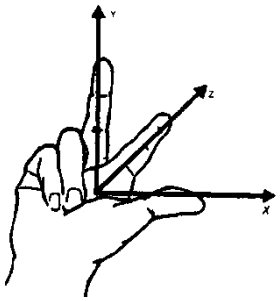


ง.

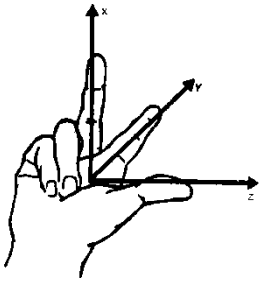


3. ข้อใดถูกต้อง

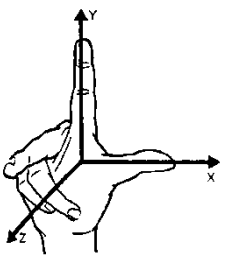
ก.



ข.



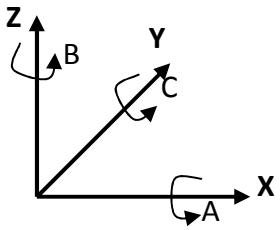
ค.



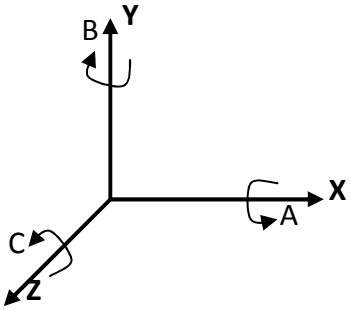
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

4. ข้อใดถูกต้อง

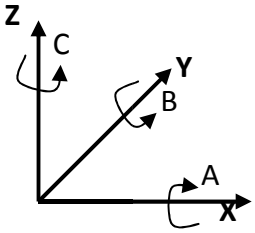
ก.



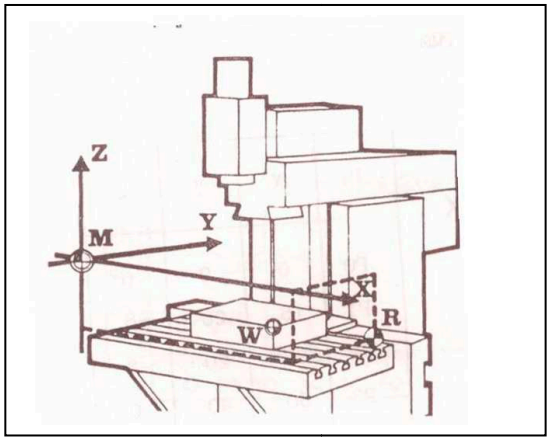
ข.



ค.



5. จงนำอักษรในรูปเติมลงหน้าข้อความข้างล่างให้ได้ความหมายถูกต้อง



..... จุดอ้างอิง

..... จุดศูนย์ของเครื่อง

..... จุดศูนย์ของชิ้นงาน

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

6. จุดใดใช้อ้างอิงให้กับระบบโคออดิเนทอื่นๆ เช่น ระบบโคออดิเนทในโปรแกรม
   ก. จุดอ้างอิงของเครื่อง
   ข. จุดศูนย์ของชิ้นงาน
   ค. จุดศูนย์ของเครื่อง
   ง. จุดอ้างอิงของเครื่องมือ

7. จุดใดใช้เป็นจุดศูนย์ในการกำหนดค่าโคออดิเนทในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี
   ก. จุดอ้างอิงของเครื่อง
   ข. จุดศูนย์ของชิ้นงาน
   ค. จุดศูนย์ของเครื่อง
   ง. จุดอ้างอิงของเครื่องมือ

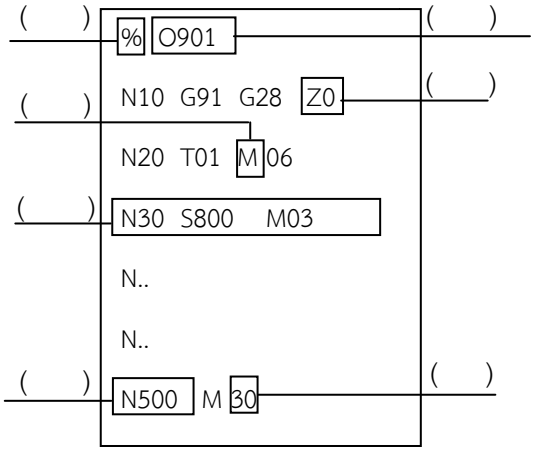
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบทดสอบ **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

8. จุดใดสามารถเลือกกำหนดได้ตามความสะดวกในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

ก. จุดศูนย์ของชิ้นงาน ข. จุดอ้างอิงของเครื่อง

ค. จุดศูนย์ของเครื่อง ง. จุดอ้างอิงของเครื่องมือ

9. จงนำหมายเลขหน้าข้อด้านขวามือมาเติมลงในภาพซ้ายมือให้ถูกต้อง



(1) คำ

(2) บรรทัดโปรแกรม

(3) แอดเดรส

(4) หมายเลขบรรทัด

(5) หมายเลขโปรแกรม

(6) สัญลักษณ์เริ่มต้นโปรแกรม

(7) เลขลำดับของแอดเดรส

10. จงนำคำสั่งด้านขวามือมาเติมลงหน้าข้อด้านซ้ายมือให้ได้ความหมายถูกต้อง

_____1. เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นเส้นตรงตามอัตราป้อน

_____2. เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกา

_____3. เปิดเพลากัดหมุนตามเข็มนาฬิกา

_____4. ชดเชยความยาวมีดกัด

_____5. กำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง

_____6. เปลี่ยนมีดกัดอย่างอัตโนมัติ

_____7. ชดเชยรัศมีปลายมีดด้านขวา

_____8. ปิดเพลางาน

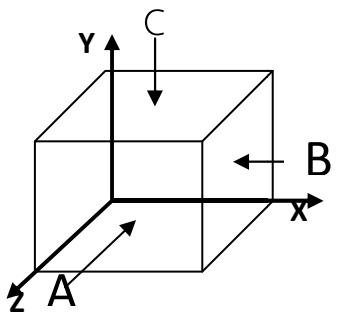
_____9. หยุดโปรแกรม จะทำงานต่อเมื่อกดไซเคิลสตาร์ท

_____10. เคลื่อนที่มีดกลับไปที่จุดอ้างอิง

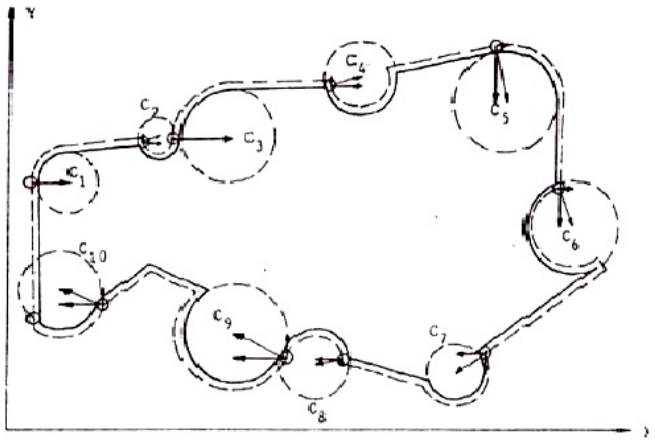
G00	M00
G01	M01
G02	M02
G03	M03
G04	M04
G28	M05
G40	M06
G41	M08
G42	M09
G43	M98
G90	
G91	

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 11-16 โดยทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อที่กล่าวถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่ากล่าวผิด



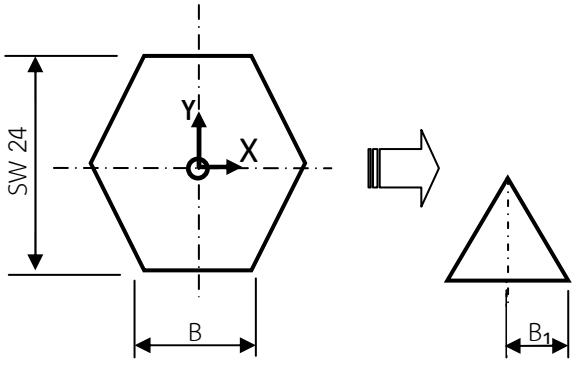
11. _____ ระนาบที่ A คือระนาบ X Y
12. _____ ระนาบที่ A คือระนาบ Y Z
13. _____ ระนาบที่ B คือระนาบ X Z
14. _____ ระนาบที่ B คือระนาบ Y Z
15. _____ ระนาบที่ C คือระนาบ X Z
16. _____ ระนาบที่ C คือระนาบ X Y



จากรูปจงเลือกใช้คำสั่ง G02/G03 และกำหนดค่า I / J เป็น – หรือ + หรือมีค่าเป็น 0 ของส่วนโค้ง C1 – C10

ข้อ	ตำแหน่ง	G	I	J
17	C1			
18	C2			
19	C3			
20	C4			
21	C5			
22	C6			
23	C7			
24	C8			
25	C9			
26	C10			

จากรูปจงตอบคำถามข้อ 27



27. จากรูปจงคำนวณหาค่า B_1 และ B

ก. B_1 = 5.93 ม.ม. B = 11.86 ม.ม.
ข. B_1 = 6.93 ม.ม. B = 13.86 ม.ม.
ค. B_1 = 7.93 ม.ม. B = 15.86 ม.ม.
ง. B_1 = 8.00 ม.ม. B = 16.00 ม.ม.

($\sqrt{3}$ = 1.732)

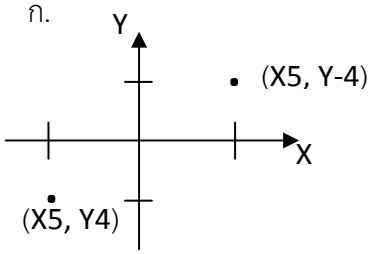
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

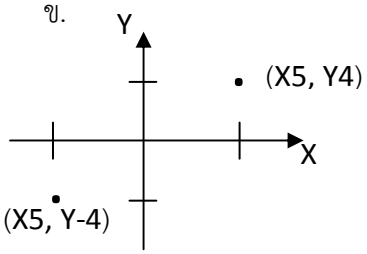
1. ระบบโคออดิเนทในงานเครื่องมือกลซีเอ็นซี หมายถึง
   - ก. การกำหนดระยะและขนาดลงในแบบงานเพื่อนำไปเขียนโปรแกรมเอ็นซี
   - **ข** การกำหนดตำแหน่ง ระยะ และทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในระบบแนวแกน
   - ค. ระบบแนวแกนที่มีอย่างน้อย 2 มิติ หรือ 2 แกนตัดกัด ซึ่งจุดตัดกันเป็นจุดศูนย์
   - ง. การกำหนดตำแหน่งของการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

2. ข้อใดถูกต้อง

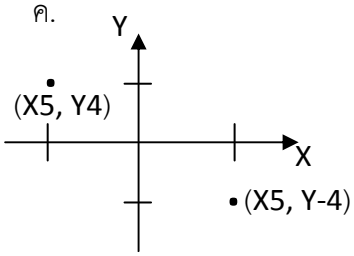
ก.



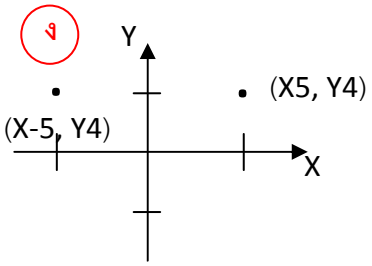
ข.



ค.

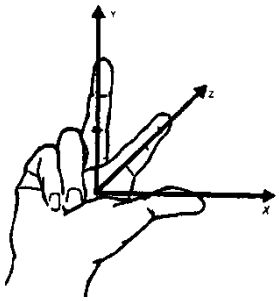


ง

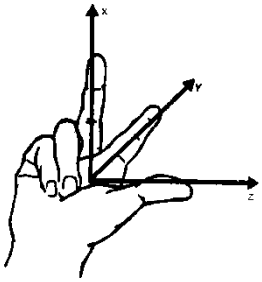


3. ข้อใดถูกต้อง

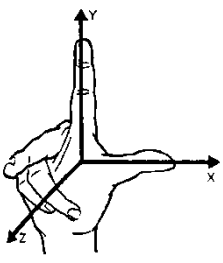
ก.



ข



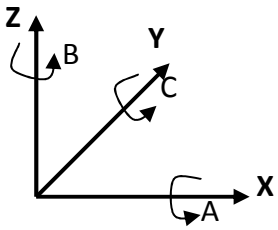
ค.



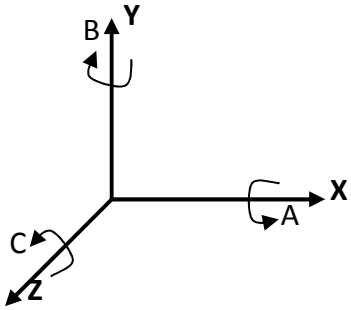
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

4. ข้อใดถูกต้อง

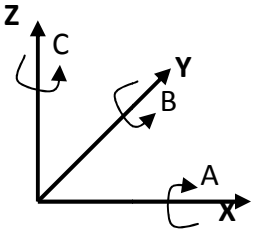
ก.



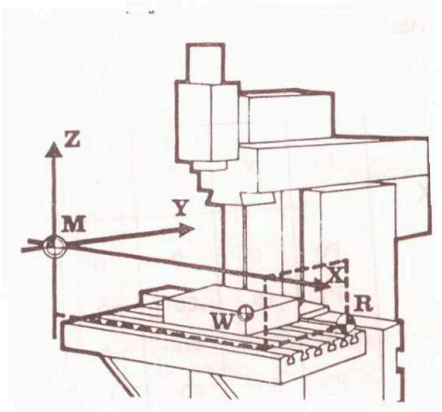
ข.



ค



5. จงนำอักษรในรูปเติมลงหน้าข้อความข้างล่างให้ได้ความหมายถูกต้อง



.....R..... จุดอ้างอิง

.....M..... จุดศูนย์ของเครื่อง

.....W..... จุดศูนย์ของชิ้นงาน

จงเลือกข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว

6. จุดใดใช้อ้างอิงให้กับระบบโคออดิเนทอื่นๆ เช่น ระบบโคออดิเนทในโปรแกรม

ก. จุดอ้างอิงของเครื่อง
ข. จุดศูนย์ของชิ้นงาน
ค จุดศูนย์ของเครื่อง
ง. จุดอ้างอิงของเครื่องมือ

7. จุดใดใช้เป็นจุดศูนย์ในการกำหนดค่าโคออดิเนทในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

ก. จุดอ้างอิงของเครื่อง
ข จุดศูนย์ของชิ้นงาน
ค. จุดศูนย์ของเครื่อง
ง. จุดอ้างอิงของเครื่องมือ

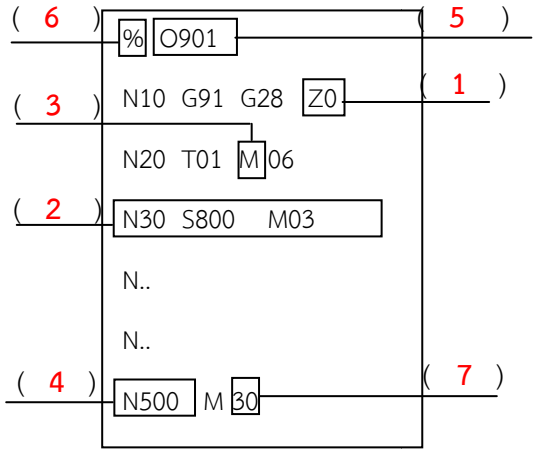
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

8. จุดใดสามารถเลือกกำหนดได้ตามความสะดวกในการเขียนโปรแกรมเอ็นซี

ก จุดศูนย์ของชิ้นงาน ข. จุดอ้างอิงของเครื่อง

ค. จุดศูนย์ของเครื่อง ง. จุดอ้างอิงของเครื่องมือ

9. จงนำหมายเลขหน้าข้อด้านขวามือมาเติมลงในภาพซ้ายมือให้ถูกต้อง



(1) คำ

(2) บรรทัดโปรแกรม

(3) แอดเดรส

(4) หมายเลขบรรทัด

(5) หมายเลขโปรแกรม

(6) สัญลักษณ์เริ่มต้นโปรแกรม

(7) เลขลำดับของแอดเดรส

10. จงนำคำสั่งด้านขวามือมาเติมลงหน้าข้อด้านซ้ายมือให้ได้ความหมายถูกต้อง

___G01____1. เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นเส้นตรงตามอัตราป้อน

___G03____2. เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานเป็นเส้นโค้งทวนเข็มนาฬิกา

___M03____3. เปิดเพลากัดหมุนตามเข็มนาฬิกา

___G43____4. ชดเชยความยาวมีดกัด

___G91____5. กำหนดขนาดแบบต่อเนื่อง

___M06____6. เปลี่ยนมีดกัดอย่างอัตโนมัติ

___G42____7. ชดเชยรัศมีปลายมีดด้านขวา

___M05____8. ปิดเพลางาน

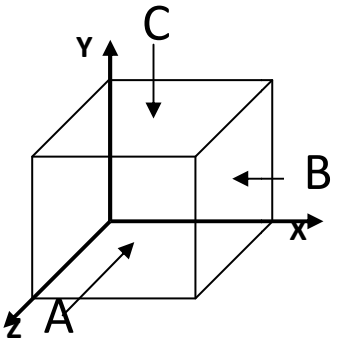
___M01____9. หยุดโปรแกรม จะทำงานต่อเมื่อกดไซเคิลสตาร์ท

___G28____10. เคลื่อนที่มีดกลับไปที่จุดอ้างอิง

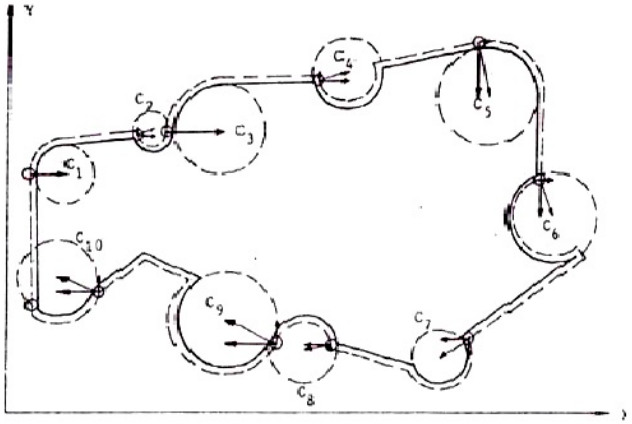
G00	M00
G01	M01
G02	M02
G03	M03
G04	M04
G28	M05
G40	M06
G41	M08
G42	M09
G43	M30
G90	M98
G91	

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบทดสอบ** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 1.1 – 6.11**

จากรูปใช้ตอบคำถามข้อ 11-16 โดยทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อที่กล่าวถูก และทำเครื่องหมาย X หน้าข้อที่เห็นว่ากล่าวผิด



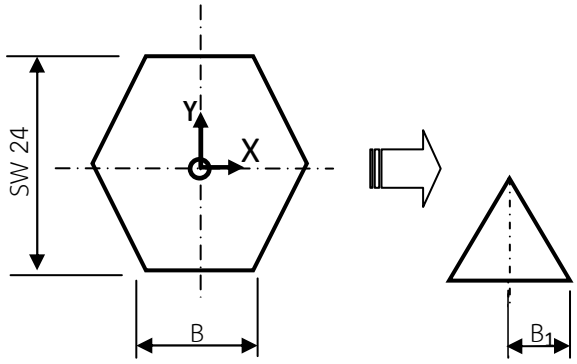
11. √ ระนาบที่ A คือระนาบ X Y
12. X ระนาบที่ A คือระนาบ Y Z
13. X ระนาบที่ B คือระนาบ X Z
14. √ ระนาบที่ B คือระนาบ Y Z
15. √ ระนาบที่ C คือระนาบ X Z
16. X ระนาบที่ C คือระนาบ X Y



จากรูปจงเลือกใช้คำสั่ง G02/G03 และกำหนดค่า I / J เป็น – หรือ + หรือมีค่าเป็น 0 ของส่วนโค้ง C1 – C10

ข้อ	ตำแหน่ง	G	I	J
17	C1	02	+	0
18	C2	03	+	+
19	C3	02	+	0
20	C4	03	+	+
21	C5	02	+	-
22	C6	03	+	-
23	C7	02	-	-
24	C8	03	-	-
25	C9	02	-	+
26	C10	02	-	+

จากรูปจงตอบคำถามข้อ 27



27. จากรูปจงคำนวณหาค่า B_1 และ B

ก. B_1 = 5.93 ม.ม. B = 11.86 ม.ม.

ข. B_1 = 6.93 ม.ม. B = 13.86 ม.ม.

ค. B_1 = 7.93 ม.ม. B = 15.86 ม.ม.

ง. B_1 = 8.00 ม.ม. B = 16.00 ม.ม.

($\sqrt{3}$ = 1.732)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเตรียมการสอน (ปฏิบัติ)**	
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1	
		รหัสวิชา 0920921103	
		งานที่ 1 - 4	**เวลา 8 ชั่วโมง**

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถ

1. เขียนแผนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงานได้
2. เลือกใช้ความเร็วรอบ ความเร็วตัด และอัตราป้อนได้อย่างเหมาะสมกับเงื่อนไขการตัดเฉือน
3. เขียนเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths) ได้
4. เขียนโปรแกรมตามแบบที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง
5. ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่องกัดได้อย่างถูกต้อง
6. ทดสอบ และแก้ไขโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง

วิธีการสอน : บรรยาย แสดงวิธีการเขียนโปรแกรมเครื่องกัดซีเอ็นซี และสาธิตการป้อนโปรแกรม การทดสอบโปรแกรม และการแก้ไขโปรแกรมบนเครื่องกัด CNC

อุปกรณ์ช่วยฝึก : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

การมอบหมายงาน :

1. ใบงาน การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC
2. ใบขั้นตอนการปฏิบัติการป้อนโปรแกรม ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมบนเครื่องกัด CNC

การวัดและประเมินผล :

1. ผลการฝึกปฏิบัติตามใบงาน การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC
2. ผลการฝึกปฏิบัติตามใบขั้นตอนการปฏิบัติการป้อนโปรแกรม ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมบนเครื่องกัด CNC

หนังสืออ้างอิง :

1. เชาวลิต ถาวรสิน. **คู่มือปฏิบัติงานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี.** ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ : 2550.
2. Mechanical Manual MAZAK FJV 250.

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

1. ฝึกปฏิบัติการจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน

การวางแผนในการผลิตชิ้นงานให้ได้ตรงตามแบบงานกำหนดในงานกัดซีเอ็นซีนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : การวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

ส่วนที่ 2 : การวางแผนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี

ส่วนที่ 1 : การวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี

การวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1.1 การจัดลำดับขั้นตอนการกัด

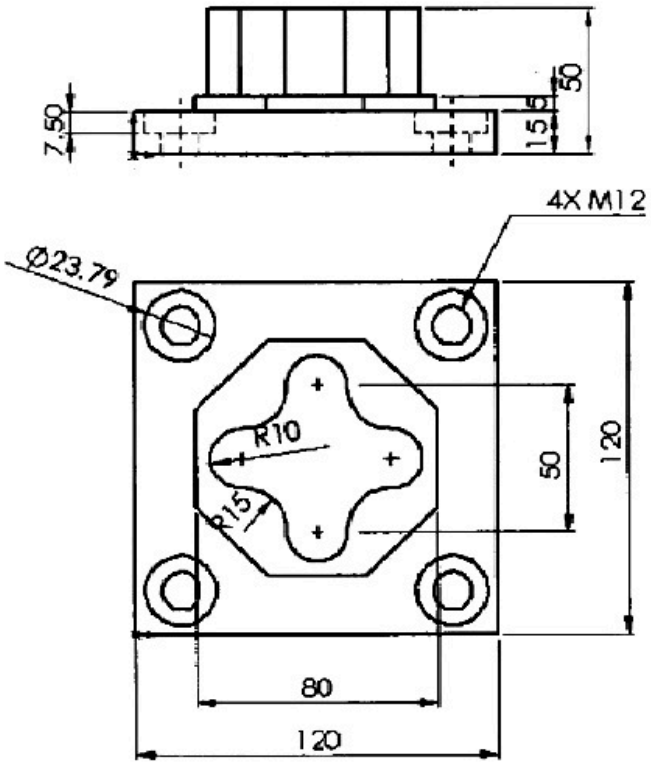
1.2 การจัดลำดับเครื่องมือตัด

1.3 การเลือกความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราการป้อน

หมายเหตุ : รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนให้ศึกษาใบข้อมูลการเขียนโปรแกรม (ทฤษฎี)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

แบบงาน (Drawing) **ตัวอย่างการวางแผนการเขียนโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี**



ต้องการกัดชิ้นงานอลูมิเนียม ดังรูปจง วางแผนขั้นตอนการขึ้นรูป เขียนเส้นทางการกัดหยาบ ละเอียดตามขั้นตอนการขึ้นรูป และเขียนโปรแกรมกัดซีเอ็นซี

วัสดุ : อลูมิเนียม

1.1 การจัดลำดับขั้นตอนการกัด
1.2 การจัดลำดับเครื่องมือตัด
1.3 การเลือกความเร็วรอบ ความเร็วตัด อัตราการป้อน

ลำดับ	การทำงาน	ความเร็วรอบ รอบ/นาที	อัตราป้อน ม.ม./นาที	เครื่องมือตัด			
				No. มีดกัด	ชนิดมีด	No. ชดเชย H	No. ชดเชย D
1	กัดปาดหน้า	800	150	T01	มีดปาดคาร์ไบด์ Ø80	H1	-
2	กัดรูปแปดเหลี่ยม	500	150	T02	เอ็นมิลล์ HSS Ø25	H2	D18
3	กัดโค้งหยาบ	500	150	T02	เอ็นมิลล์ HSS Ø25	H2	D18
4	กัดละเอียด	1000	150	T03	เอ็นมิลล์ HSS Ø25	H3	D19
5	เจาะรู Ø12 มม.	800	120	T04	ดอกสว่าน Ø12 มม.	H4	-
6	กัดบ่าฉาก	400	100	T05	เอ็นมิลล์ HSS Ø20	H5	-

หมายเหตุ : จับยึดชิ้นงานเพื่อกัดลำดับที่ 1-6 โดยใช้โปรแกรม G54 ที่มุมล่างซ้ายของชิ้นงาน

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

2. ฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมตามแบบงานที่กำหนด

2.1 การเขียนเส้นทางการเดินมีดกัด

แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือนกัดรูปทรงแปดเหลี่ยมหยาบและละเอียด

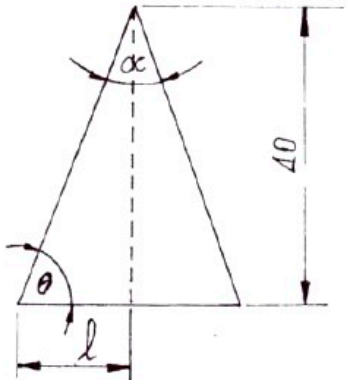
การหาระยะ L (ความยาว 1/2 ของด้านแปดเหลี่ยม)

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n} = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ ;$$

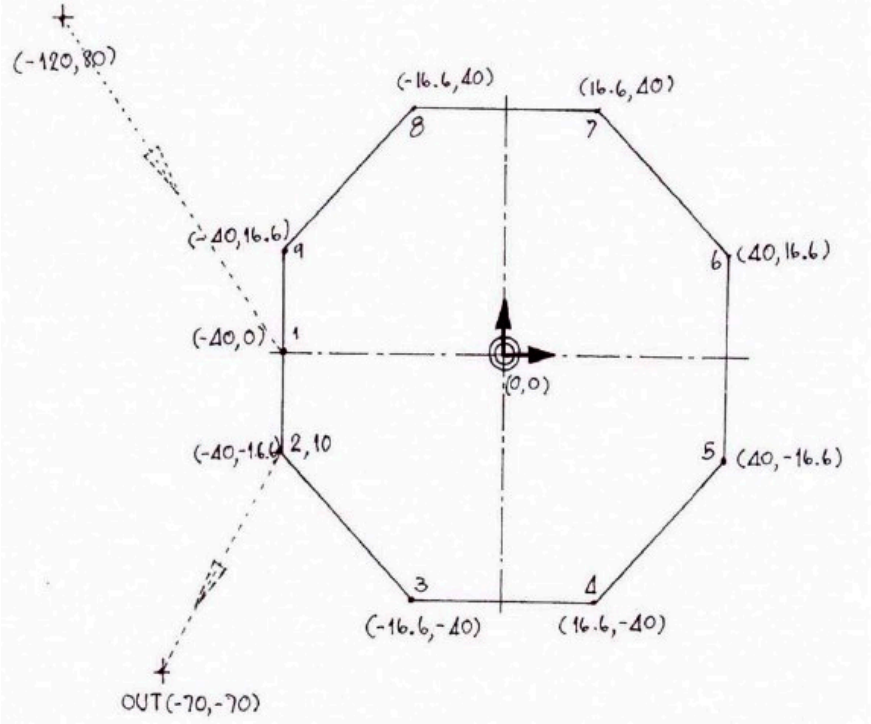
$$\alpha / 2 = \frac{45^\circ}{2} = 22.5 ;$$

$$\therefore \quad \theta = 90 - 22.5 = 67.5 ;$$

$$\text{ความยาว } l = \frac{40}{\tan 67.5^\circ} = 16.569 ;$$



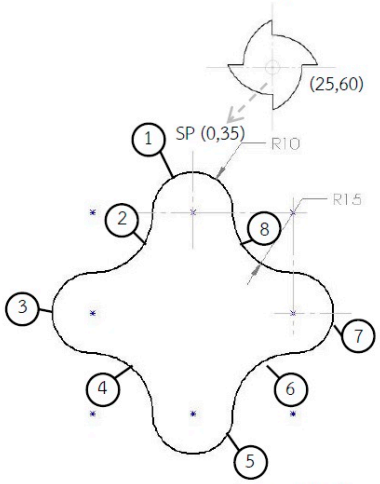
เขียนเส้นทางการเคลื่อนที่ของมีดกัดแปดเหลี่ยม, จุดเข้า และจุดออกมีดกัด



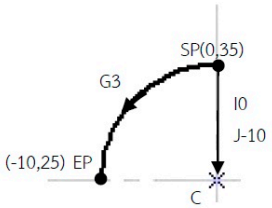
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือนกัดรูปทรงโค้งหยาบ และละเอียด

หาจุด SP,EP,ค่า I และ J ของส่วนโค้ง R10 และ R15 (จุดที่ 1-8)



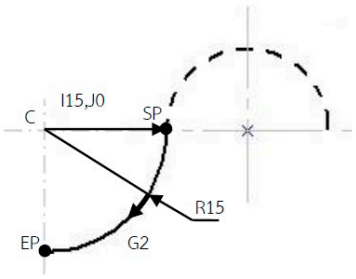
ส่วนโค้งที่1



จุด SP = G1 X0 Y35

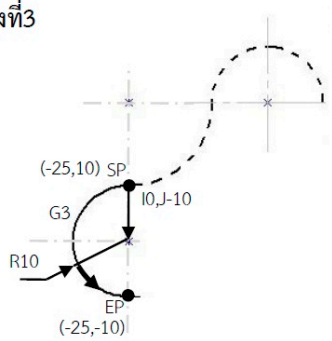
จุด EP = G3 X-10 Y25 I0 J-10

ส่วนโค้งที่2



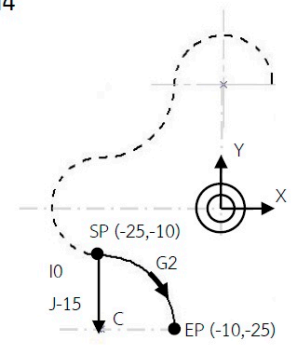
จุด EP = G2 X-25 Y10 I15 J0

ส่วนโค้งที่3



จุด EP = G3 X-25 Y-10 I0 J-10

ส่วนโค้งที่4

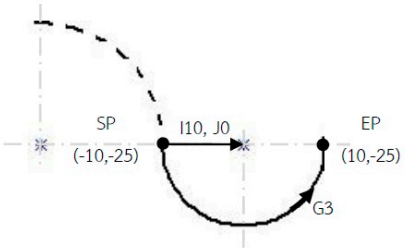


จุด EP = G2 X-10 Y-25 I0 J-15

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

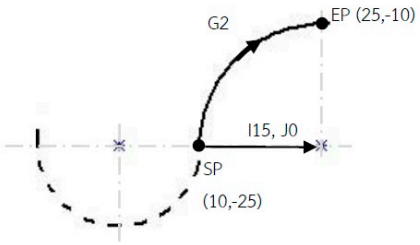
แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือนกัดรูปทรงโค้งหยาบ และละเอียด

ส่วนโค้งที่5



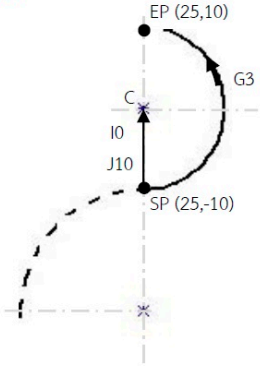
จุด EP = G3 X10 Y-25 I10 J0

ส่วนโค้งที่6



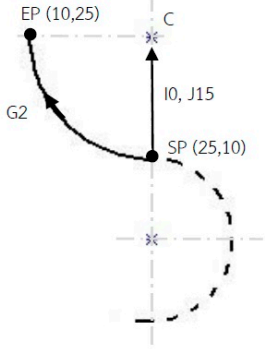
จุด EP = G2 X25 Y-10 I15 J0

ส่วนโค้งที่7



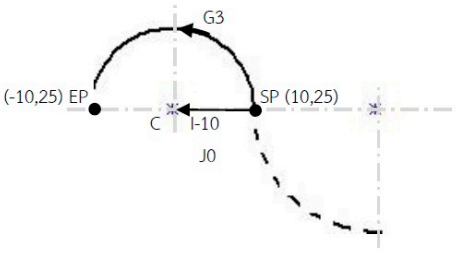
จุด EP = G3 X25 Y10 I0 J10

ส่วนโค้งที่8



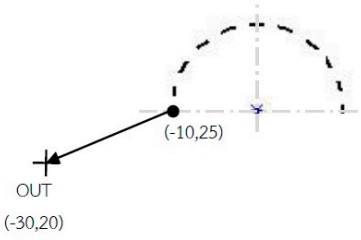
จุด EP = G2 X10 Y25 I0 J15

ส่วนโค้งที่1



จุด EP = G2 X-10 Y25 I-10 J0

จุดมีดออกจากการชดเชยรัศมีมีด



G1 X-30 Y20

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

2.2 ปฏิบัติการเขียนโปรแกรมตามแบบงานที่กำหนด

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี งาน ทดสอบ 1 หมายเลขโปรแกรม O 1234

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
1	91,28			0.0									
2									01	06			ปาดหน้าหยาบ
3								800		03			
4	90,54,00	-105.0	-35.0										
5	43			20.0							01		
6	01			0.0			150			08			
7		105.0											
8			35.0										
9		-105.0											
10	00			100.0						09			
11	91,28			0.0						05			
12									02	06			แปดเหลี่ยมหยาบ
13								500		03			
14	90,00	-120.0	80.0										
15	43			20.0									
11	01			-34.5									
12	42	-40.0	0.0				200					18	(R13.0)
13			-16.6										
14		-16.6	-40.0										
15		16.6											
16		40.0	-16.6										
17			16.6										
18		16.6	40.0										
19		-16.6											
20		-40.0	16.6										
21			-60.0										
22		-70.0	-70.0										
23	40												

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี งาน ทดสอบ 1 หมายเลขโปรแกรม O 1234

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
24	00			20.0									
25		25.0	60.0										
26	01			-29.5			500						
27	42	0.0	35.0										กัดโค้งหยาบ
28	03	-10.0	25.0		0.0	-10.0							
29	02	-25.0	10.0		-15.0	0.0							
30	03	-25.0	-10.0		0.0	-10.0							
31	2	-10.0	-25.0		0.0	-15.0							
32	3	10.0	-25.0		10.0	0.0							
33	2	25.0	-10.0		15.0	0.0							
34	3	25.0	10.0		0.0	10.0							
35	2	10.0	25.0		0.0	15.0							
36	3	-10.0	25.0		-10.0	0.0							
37	1	-30.0	20.0										
38	40												
39	00			100.0						09			
40	91,28			0.0						05			
41									03	06			
42								1000		03			
43	90,00	-120.0	80.0										
44	43			20.0									
45	01			-35.5									แปดเหลี่ยมละเอียด
46	42	-40.0	0.0									19	(R12.5)
47			-16.6										
48		-16.6	-40.0										
49		16.6											
50		40.0	-16.6										
51			16.6										

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี งาน ทดสอบ 1 หมายเลขโปรแกรม O 1234

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
52		16.6	40.0										
53		-16.6											
54		-40.0	16.6										
55			-60.0										
56		-70.0	-70.0										
57	40												
58	00			20.0									
59		25.0	60.0										
60	01			-30.0			500						
61	42	0.0	35.0										กัดโค้งละเอียด
62	03	-10.0	25.0		0.0	-10.0							
63	02	-25.0	10.0		-15.0	0.0							
64	03	-25.0	-10.0		0.0	-10.0							
65	2	-10.0	-25.0		0.0	-15.0							
66	3	10.0	-25.0		10.0	0.0							
67	2	25.0	-10.0		15.0	0.0							
68	3	25.0	10.0		0.0	10.0							
69	2	10.0	25.0		0.0	15.0							
70	3	-10.0	25.0		-10.0	0.0							
71	1	-30.0	20.0										
72	40												
73	00			100.0						09			
74	91,28			0.0						05			
75									04	06			เจาะรู 12 ม.ม.
76								800		03			
77	90,00	-45.0	-45.0										
78	43			-20.0							04		
79	01			-56.0			120			08			

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี งาน ทดสอบ 1 หมายเลขโปรแกรม O 1234

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
80	00			-20.0									
81	00	45.0											
82	01			-56.0									
83	00			-20.0									
84	00		45.0										
85	01			-56.0									
86	00			-20.0									
87	00	-45.0											
88	01			-56.0									
89	00			100.0						09			
90	91,28			0.0						05			
91									05	06			กัดบ่าฉาก
92								400		03			
93	90,00	-45.0	-45.0										
94	43			-20.0							05		
95	01			-42.5			120			08			
96	00			-20.0									
97	00	45.0											
98	01			-42.5									
99	00			-20.0									
100	00		45.0										
101	01			-42.5									
102	00			-20.0									
103	00	-45.0											
104	01			-42.5									
105	00			100.0						09			
106	91,28			0.0						05			
107										30			

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

ส่วนที่ 2 : การวางแผนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี

การวางแผนการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยทั่วๆ ไปมีขั้นตอนดังนี้

1. ป้อนโปรแกรมบนเครื่องกัดซีเอ็นซี
2. ตรวจสอบโปรแกรม
3. ติดตั้งมีดกัดให้ตรงหมายเลขมีดในโปรแกรม
4. ปรับตั้งจุดศูนย์โปรแกรม
5. ปรับตั้งค่าชดเชยขนาดมีด
6. ทดสอบเดินเครื่องตัวเปล่า ด้วย Dry Run Mode
7. กัดขึ้นรูป ด้วย Single Block Mode
8. ตรวจสอบความถูกต้องทางขนาดในตำแหน่งต่างๆ ตามแบบงานกำหนด
9. ปรับแต่งค่าชดเชยขนาดมีด
10. กัดขึ้นรูป ด้วย Auto Mode

หมายเหตุ : ในแต่ละขั้นมีรายละเอียดขั้นตอนในการทำงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งผู้ปฏิบัติจะต้องศึกษาจากคู่มือแนะนำของผู้ผลิตเครื่องกลึงแต่ละรุ่น

: ในรหัสวิชา 0920921004 เป็นตัวอย่างการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซี เฉพาะขั้นตอน การป้อนโปรแกรมบนเครื่องกัดซีเอ็นซี การตรวจสอบโปรแกรม และการแก้ไขโปรแกรมบนเครื่องกัดซีเอ็นซีเท่านั้น (สำหรับขั้นตอนที่ 3 – 10 จะนำเสนอใน เรื่อง การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี 1)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

3. ฝึกปฏิบัติการป้อนข้อมูลเข้าเครื่องกัด

3.1 ส่วนประกอบในการควบคุมการทำงานของเครื่องกัด ซีเอ็นซี

ส่วนที่ 1

ส่วนที่ 2

ส่วนที่ 3

ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องกัด ซีเอ็นซี แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1. ส่วนควบคุมการแสดงผล (Monitor Control Panel)

ส่วนที่ 2. ส่วนควบคุมการป้อน/แก้ไข/เปลี่ยนแปลงข้อมูล (Numerical Control Panel)

ส่วนที่ 3. ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Machine Control Panel)

3.2 รูปแบบการป้อนโปรแกรมเข้าเครื่องกัดซีเอ็นซี

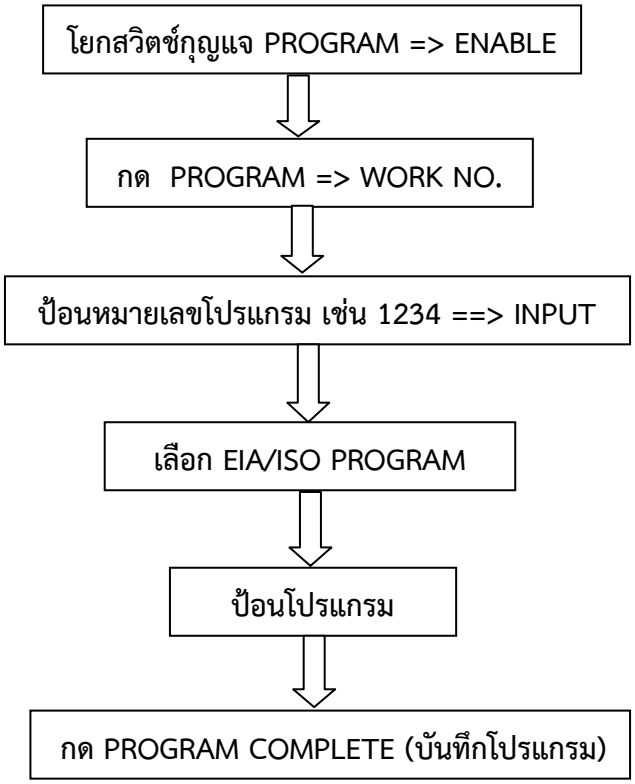
รูปแบบการป้อนโปรแกรมเข้าสู่เครื่องกัดซีเอ็นซี กระทำได้ 3 แบบ คือ

1) การป้อนโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยตรง
2) การ Load โปรแกรมที่สำเร็จแล้วจากการเขียนหรือการใช้ Software CNC โดยใช้โปรแกรม Q-Modem ผ่าน RS 232
3) การนำโปรแกรมที่สำเร็จแล้วจาก Software CNC แปลงจาก CAD เป็น CAM มาแล้วด้วยวิธี DNC (Direct Numerical Control)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

3.3 ขั้นตอนการป้อนโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยตรง

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการป้อนโปรแกรม



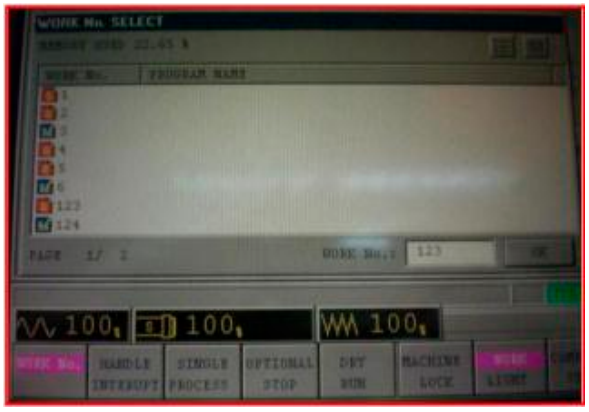
หมายเหตุ : แผนภูมิแสดงขั้นตอนการป้อนโปรแกรมนี้สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

ภาพแสดงการป้อนโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยตรง

1. โยกสวิตช์กุญแจ PROGRAM => ENABLE

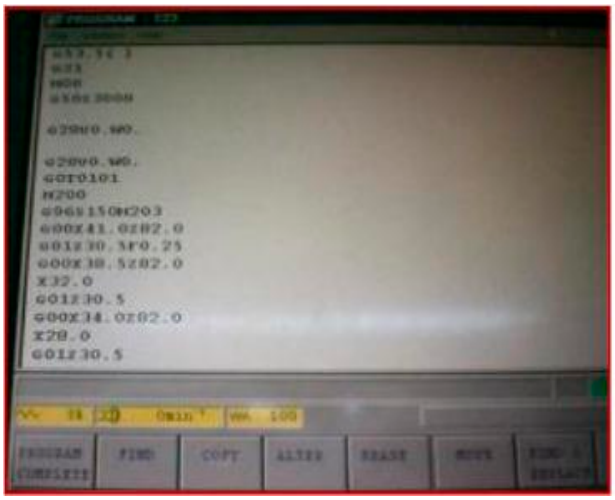
2. กดเมนู PROGRAM => WORK NO.



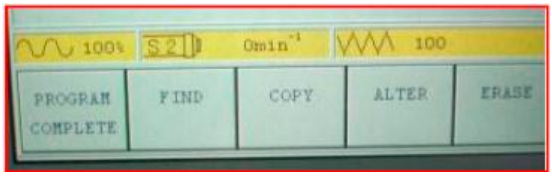
3. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 123 ==> INPUT

4. เลือก EIA/ISO PROGRAM

5. ป้อนโปรแกรม



6. กด PROGRAM COMPLETE (บันทึกโปรแกรม)



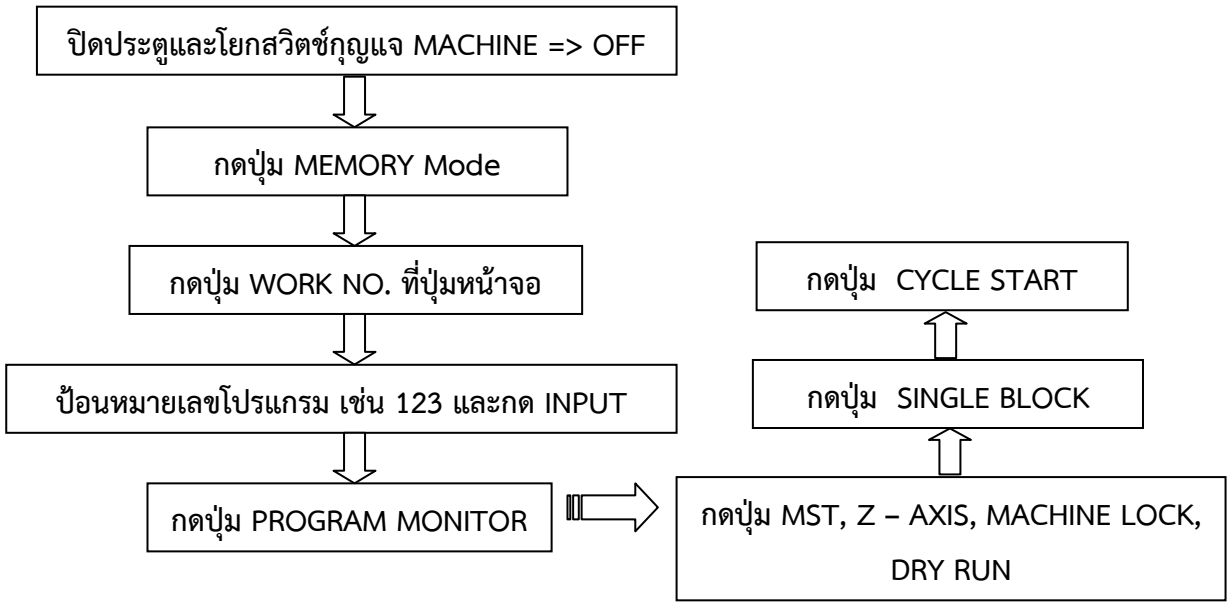
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

4. ฝึกปฏิบัติการทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

4.1 ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม

โปรแกรมที่สำเร็จจากการเขียนด้วยคน หรือสำเร็จจาก Software นั้นยังไม่สามารถนำมาใช้ทำงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซีได้ อาจมีการผิดพลาดทางการใช้รูปแบบของคำสั่ง หรือรูปแบบของโปรแกรมไม่ตรงกับรูปแบบของโปรแกรมจากเครื่องกัดซีเอ็นซีจึงต้องทำการทดสอบและแก้ไขโปรแกรมให้ถูกต้อง โดยเครื่องจะทำการตรวจสอบโปรแกรมอย่างอัตโนมัติ หากมีการผิดพลาดจะเกิดสัญญาณเตือน (Alarm) ให้ดูว่า Alarm หมายเลขอะไรแล้วจึงไปดูคำอธิบายจากคู่มือเครื่องจักร โดยจะต้องทำการแก้ไขใหม่และทำการทดสอบใหม่ จนเครื่องตรวจสอบโปรแกรมจบและถูกต้องแล้วจะมีไฟสีเหลืองโชว์แสดงว่าการทดสอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว

แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการทดสอบโปรแกรม



หมายเหตุ : แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทดสอบโปรแกรมนี้สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับ เครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซี เอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

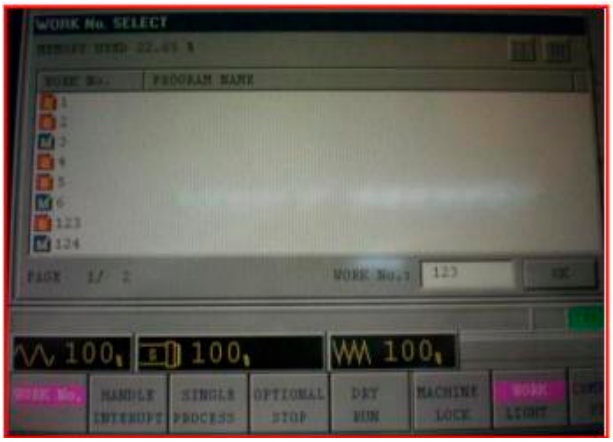
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

ภาพแสดงขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม

1. ปิดประตูและโยกสวิตช์กุญแจ MACHINE => OFF

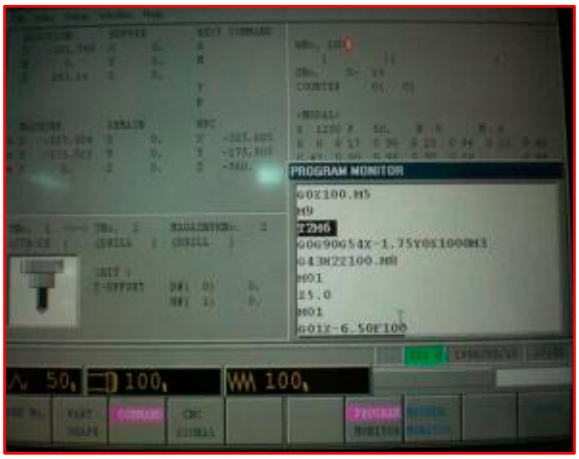
2. กดปุ่ม MEMORY Mode

3. กดปุ่ม WORK NO. ที่ปุ่มหน้าจอ



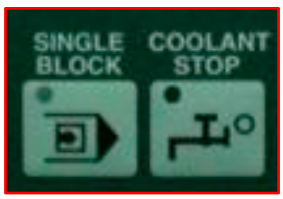
4. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 123 และกด INPUT

5. กดปุ่ม PROGRAM MONITOR

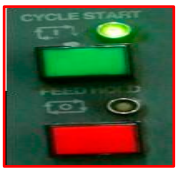


6. กดปุ่ม MST, Z – AXIS, MACHINE LOCK, DRY RUN

7. กดปุ่ม SINGLE BLOCK



8. กดปุ่ม CYCLE START

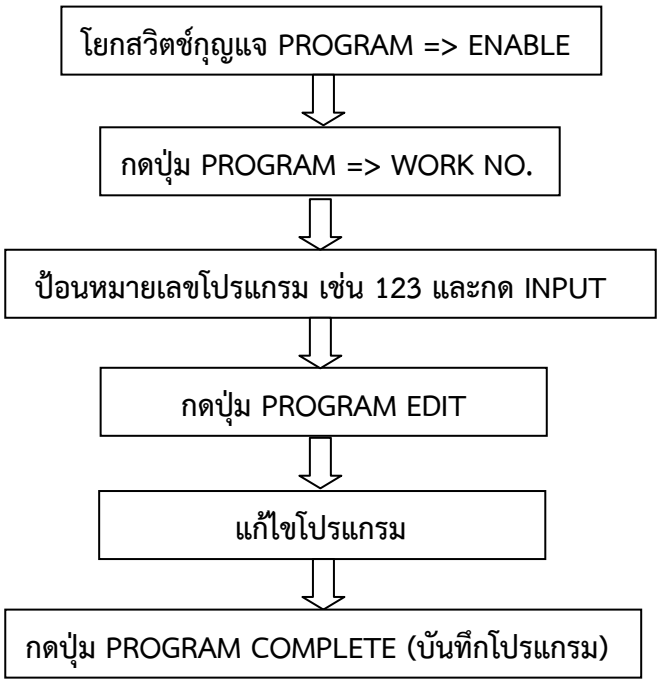


	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921103
		งานที่ 1.1, 1.2, 1.3

4.2 ขั้นตอนการแก้ไขโปรแกรม

การแก้ไขโปรแกรมจะกระทำพร้อมกับการตรวจสอบโปรแกรม โดยผู้ปฏิบัติจะต้องหาสาเหตุของจุดที่เกิดการผิดพลาดผิดพลาด เช่น รูปแบบคำสั่งการเขียนโปรแกรมไม่ถูกต้อง ตำแหน่งการเคลื่อนที่มีดกลึงไม่ถูกต้อง เป็นต้น หากมีการผิดพลาดจะเกิดสัญญาณเตือน (Alarm) ให้ดูว่า Alarm หมายเลขอะไรแล้วจึงไปดูคำอธิบายจากคู่มือเครื่องจักร โดยจะต้องทำการแก้ไขใหม่และทำการตรวจสอบใหม่ จนเครื่องตรวจสอบโปรแกรมจบและถูกต้องแล้วจะมีไฟสีเหลืองโชว์แสดงว่าการตรวจสอบเสร็จสมบูรณ์แล้ว

แผนภูมิแสดงขั้นตอนในการแก้ไขโปรแกรม



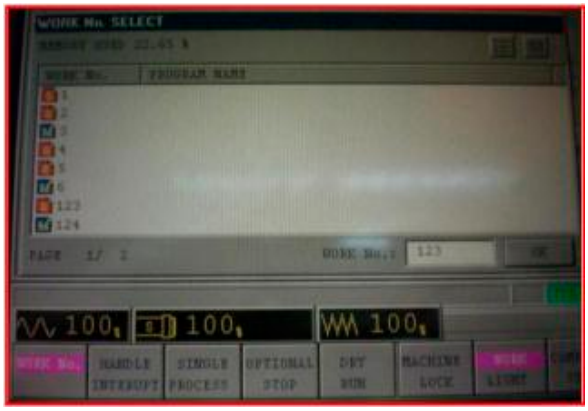
หมายเหตุ : แผนภูมิแสดงขั้นตอนการแก้ไขโปรแกรมนี้สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานที่ 1.1, 1.2, 1.3**

ภาพแสดงขั้นตอนการแก้ไขโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซี

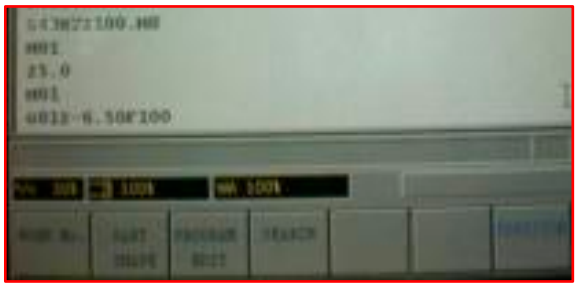
1. โยกสวิตช์กุญแจ PROGRAM => ENABLE

2. กดเมนู PROGRAM => WORK NO.

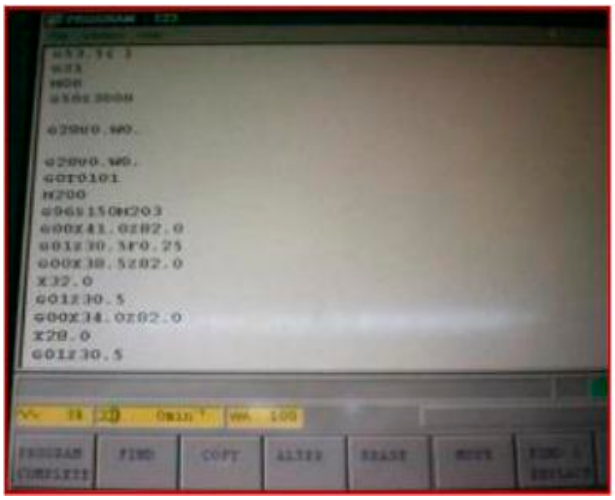


3. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 123 ==> INPUT

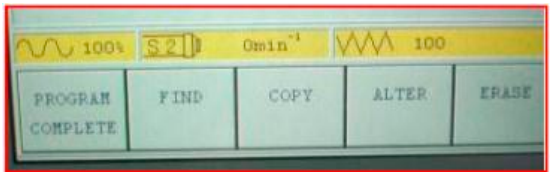
4. กดปุ่ม PROGRAM EDIT



5. แก้ไขโปรแกรม



6. กดปุ่ม PROGRAM COMPLETE (บันทึกโปรแกรม)

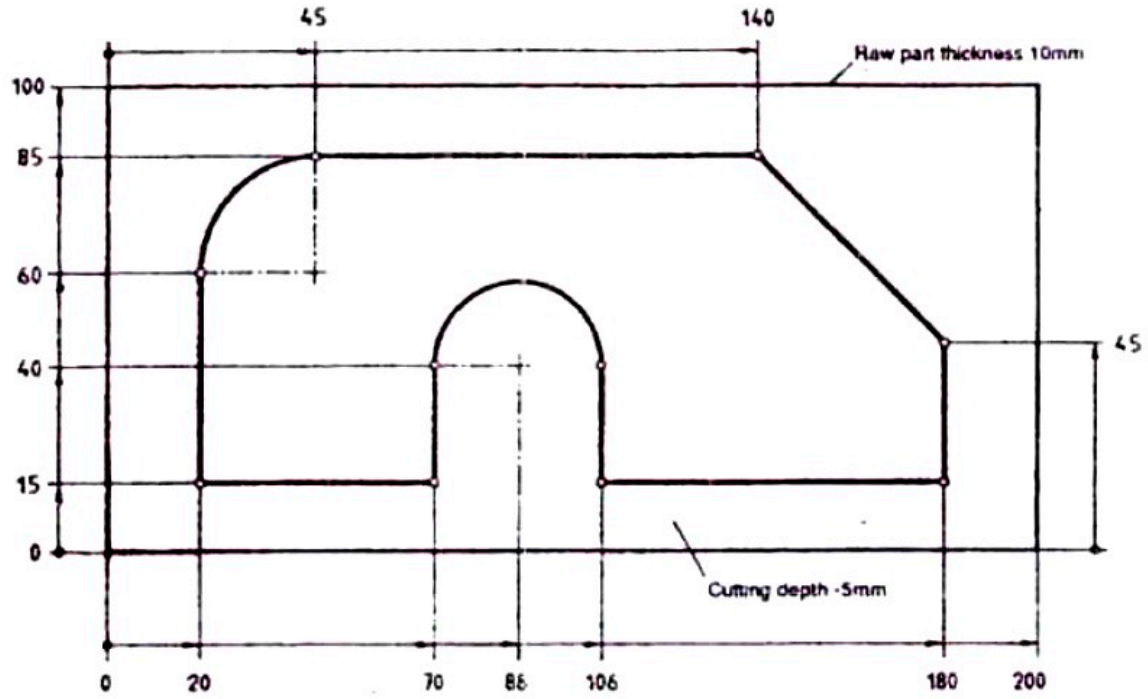


	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 1.1, 1.2**

คำสั่ง

1. เขียนขั้นตอนการทำงาน (Operation Steps)
2. เขียนแบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)
3. เขียนโปรแกรมเอ็นซี (NC Programming)
   - วัสดุอลูมิเนียม ▭ ขนาด 100 x 200 x 10 มิลลิเมตร
   - กำหนดให้มีดปาดหยาบ ชนิดคาร์ไบด์ ขนาดโต 120 ม.ม. 8 คมตัด
   - กำหนดให้มีดเอ็นมิลล์ หยาบ ชนิดคาร์ไบด์ ขนาดโต 30 ม.ม. 6 คมตัด
   - กำหนดให้มีดเอ็นมิลล์ ละเอียด ชนิดคาร์ไบด์ ขนาดโต 30 ม.ม. 8 คมตัด
   - ป้อนลึกครั้งละไม่เกิน 3 ม.ม.
   - เก็บละเอียดครั้งสุดท้าย 0.5 ม.ม.
   - ใช้ค่าความเร็วตัด 250 ม./นาที อัตราป้อนหยาบ 150 ม.ม./นาที
   - ใช้ค่าความเร็วตัด 350 ม./นาที อัตราป้อนหยาบ 200 ม.ม./นาที

แบบงาน



ครุภัณฑ์/เครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 1.1 – 1.3, 2.1**

แบบงาน

(พื้นที่ว่างให้ครูฝึกใส่แบบงานสำหรับฝึกปฏิบัติ)

แผนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน

ลำดับ	การทำงาน	ความเร็วรอบ รอบ/นาที	อัตราป้อน ม.ม./นาที	เครื่องมือตัด			
				No. มีด	ชนิดมีด	ชดเชย H	ชดเชย D

แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)

(พื้นที่ว่างให้ครูฝึกใส่แบบงานสำหรับฝึกปฏิบัติ)

ครุภัณฑ์/เครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.2**

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ชื่องาน ..... หมายเลขโปรแกรม .....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	หมายเหตุ
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10				**(พื้นที่ว่างให้ครูฝึกใส่แบบงานสำหรับฝึกปฏิบัติ)**								
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												

ครุภัณฑ์/เครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์

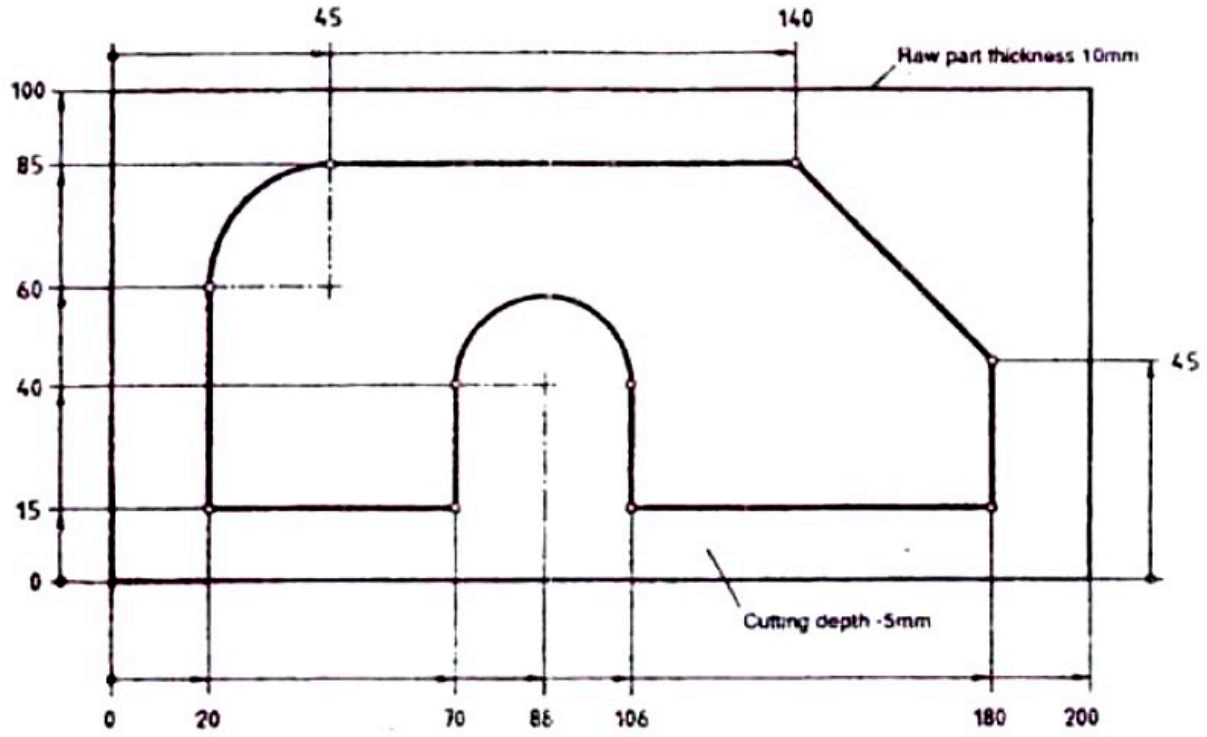
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**เฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 1.1, 1.2**

คำสั่ง

1. เขียนขั้นตอนการทำงาน (Operation Steps)
2. เขียนแบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)
3. เขียนโปรแกรมเอ็นซี (NC Programming)

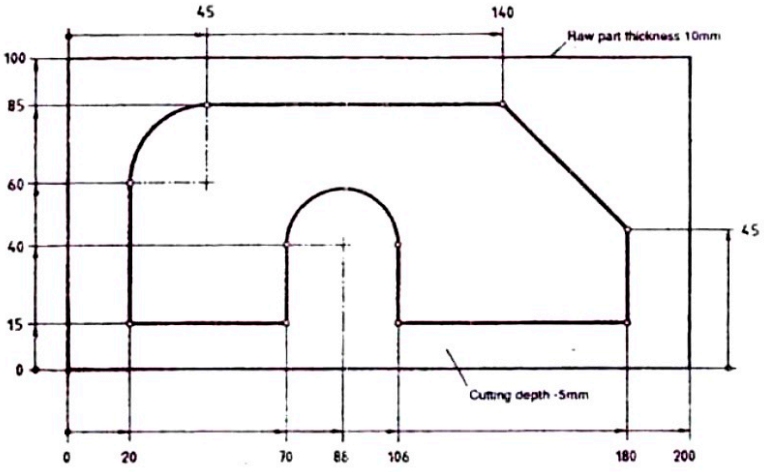
- วัสดุอลูมิเนียม ▭ ขนาด 104 x 204 x 12 มิลลิเมตร
- กำหนดให้มีดปาดหยาบ ชนิดคาร์ไบด์ ขนาดโต 120 ม.ม. 8 คมตัด
- กำหนดให้มีดเอ็นมิลล์ หยาบ ชนิดคาร์ไบด์ ขนาดโต 30 ม.ม. 6 คมตัด
- กำหนดให้มีดเอ็นมิลล์ ละเอียด ชนิดคาร์ไบด์ ขนาดโต 30 ม.ม. 8 คมตัด
- ป้อนลึกครั้งละไม่เกิน 3 ม.ม.
- เก็บละเอียดครั้งสุดท้าย 0.5 ม.ม.
- ใช้ค่าความเร็วตัด 250 ม./นาที อัตราป้อนหยาบ 150 ม.ม./นาที
- ใช้ค่าความเร็วตัด 350 ม./นาที อัตราป้อนละเอียด 200 ม.ม./นาที

แบบงาน



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 1.1, 1.2, 1.3, 2.1**

แบบงาน



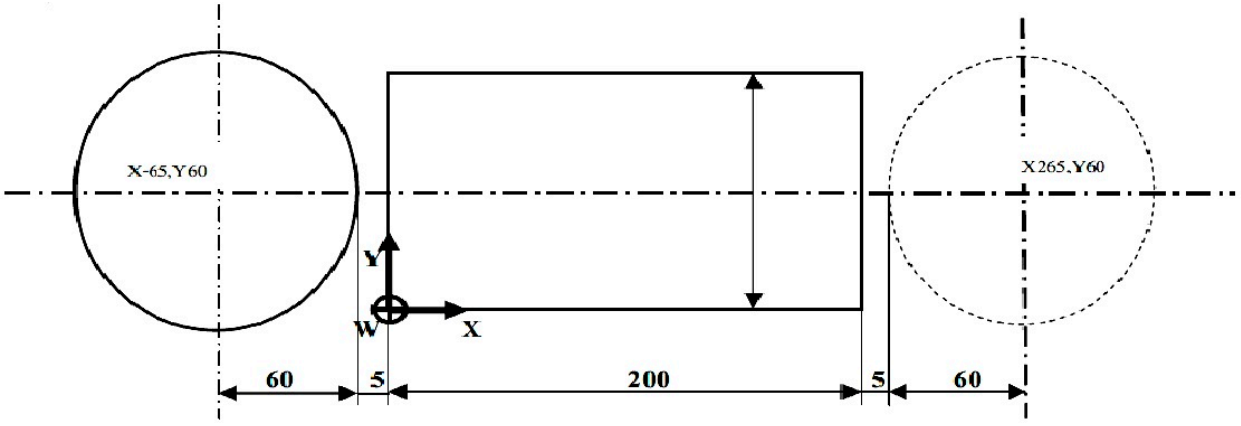
แผนขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นงาน

ลำดับ	การทำงาน	ความเร็วรอบ รอบ/นาที	อัตราป้อน ม.ม./นาที	เครื่องมือตัด			
				No. มีด	ชนิดมีด	ชดเชย H	ชดเชย D
1	ปาดผิวหน้าหยาบ	660	150	T01	Face Mill Ø120 Carbide	H01	-
2	ปาดผิวหน้าละเอียด	930	200	T01	Face Mill Ø120 Carbide	H01	-
3	กัดรูปทรงหยาบ	2600	150	T02	Endmill Ø30 Carbide	H02	D17
4	กัดรูปทรงละเอียด	3700	200	T03	Endmill Ø30 Carbide	H03	D18

แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths)

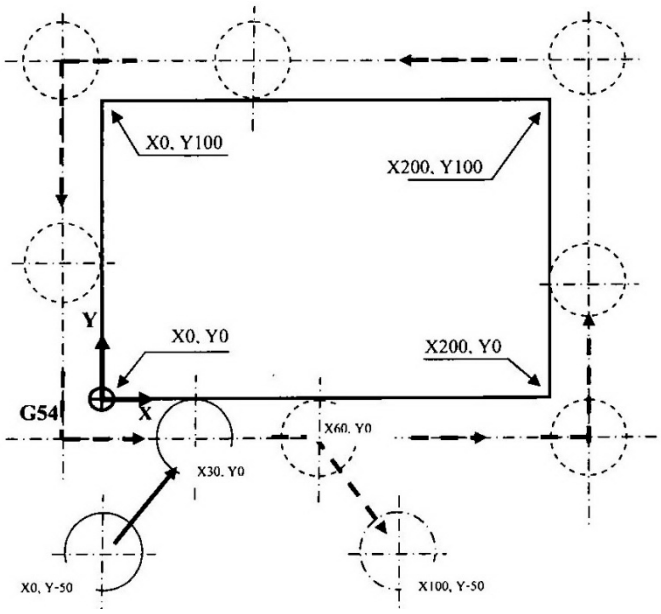
กัดปาดหน้าหยาบ และกัดปาดหน้าละเอียด

Face Mill Ø120 m.m.

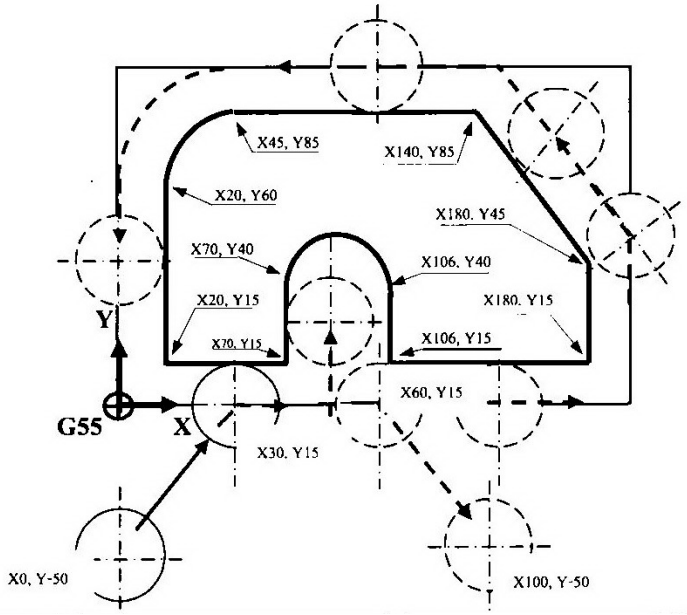


	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.1**

แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths) กัดรูปทรงหยาบ และละเอียด



แบบแสดงเส้นทางการตัดเฉือน (Machining Paths) กัดรูปทรงหยาบ และกัดรูปทรงละเอียด



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.2**

หมายเหตุ : โปรแกรมหมายเลข O111 กำหนดให้ใช้ G54 เป็นจุดศูนย์โปรแกรม
เป็นโปรแกรมสำหรับกัดปาดหน้าหยาบ ปาดหน้าละเอียด และกัดกรอบนอกหยาบ และกรอบนอกละเอียด เท่านั้น

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ชื่องาน ทดสอบ 1..... หมายเลขโปรแกรม ...O111.....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
1	91,28			0.0									
2									01	06			
3								660		03			
4	90,54,00	-65.0	60.0										
5	43			20.0							01		
6	01			-0.8			500			08			
7	01	265.0					150						ปาดหยาบ
8	01			-1.0				930					
9	01	-65.0					200						ปาดละเอียด
10	00			50.0						09			
11	91,28			0.0						05			
12										01			
13									02	06			
14								2600		03			
15	90,00	0.0	-50.0										
16	43			20.0							02		
17	00			-6.0									
18	42,01	30.0	0.0									17	(R15.5)
19	01	200.0					150			08			กรอบหยาบ
20			100.0										
21		0.0											
22			0.0										
23		60.0	0.0										

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.1**

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ชื่องาน ทดสอบ 1..... หมายเลขโปรแกรม ...O111.....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
24		100.0	-50.0										
25	40												
26	00			50.0						09			
27	91,28			0.0						05			
28										01			
29									03	06			
30								3700		03			
31	90,00	0.0	-50.0										
32	43			20.0							03		
33	01			-6.0			200			08			
34	42	30.0	0.0									18	(R15.0)
35		200.0											กรอบละเอียด
36			100.0										
37		0.0											
38			0.0										
39		60.0											
40		100.0	-50.0										
41	40												
42	00			50.0						09			
43	91,28			0.0						05			
44	91,28	0.0	0.0										
45										30			

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.2**

หมายเหตุ : โปรแกรมหมายเลข O222 กำหนดให้ใช้ G55 เป็นจุดศูนย์โปรแกรม
ชิ้นงานจะถูกถอดออกและกลับด้านล่างขึ้น เพื่อกัดปากหน้าและกัดรูปทรง และใช้ G55 เป็นจุดศูนย์
โปรแกรมเป็นโปรแกรมสำหรับกัดปาดหน้าหยาบ ปาดหน้าละเอียด รูปทรงหยาบ และรูปทรงละเอียด

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ชื่องาน ทดสอบ 1..... หมายเลขโปรแกรม ...O222.....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
1	91,28			0.0									
2									01	06			
3										03			
4	90,55,00	-65.0	60.0										
5	43			20.0							0		
6	01			-0.8			500			08			
7	01	265.0					150						ปาดหยาบ
8	01			-1.0				930					
9	01	-65.0					200						ปาดละเอียด
10	00			50.0						09			
11	91,28			0.0						05			
12										01			
13									02	06			
14								2600		03			
15	90,00	0.0	-50.0										
16	43			20.0							02		
17	00			-2.5									
18	42,01	30.0	15.0									17	(R15.5)
19	01	70.0					150			08			รูปทรงหยาบ
20			40.0										
21	17,02	106.0	40.0		18.0	0.0							
22	01		15.0										
23	01	180.0											
24			45.0										
25		140.0	85.0										

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.2**

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ชื่องาน ทดสอบ 1..... หมายเลขโปรแกรม ...O222.....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
26		45.0											
27	03	20.0	60.0		0.0	-25.0							
28	01		15.0										
29		60.0											
30		100.0	-50.0										
31	40												
32	01	0.0					1000						
33				-4.7			150						
34	42,01	30.0	15.0									17	
35	01	70.0					150			08			
36			40.0										
37	17,02	106.0	40.0		18.0	0.0							
38	01		15.0										
39	01	180.0											
40			45.0										
41		140.0	85.0										
42		45.0											
43	03	20.0	60.0		0.0	-25.0							
44	01		15.0										
45		60.0											
46		100.0	-50.0										
47	40												
48	00			50.0						09			
49	91,28			0.0						05			
50										01			
51									03	06			
52								3700		03			
53	90,00	0.0	-50.0										

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบเฉลยใบงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 2.2**

โปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ชื่องาน ทดสอบ 1..... หมายเลขโปรแกรม ...O222.....

N	G	X	Y	Z	I	J	F	S	T	M	H	D	หมายเหตุ
54	43			20.0							03		
55	01			-5.0			200			08			
56	42,01	30.0	15.0									18	(R15.0)
57	01	70.0											รูปทรงละเอียด
58			40.0										
59	17,02	106.0	40.0		18.0	0.0							
60	01		15.0										
61	01	180.0											
62			45.0										
63		140.0	85.0										
64		45.0											
65	03	20.0	60.0		0.0	-25.0							
66	01		15.0										
67		60.0											
68		100.0	-50.0										
69	40												
70	00			50.0						09			
71	91,28			0.0						05			
72	91,28	0.0	0.0										
73										30			

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 3.3, 4.1, 4.2**

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน :

งานที่ 3. ฝึกปฏิบัติการป้อนข้อมูลเข้าเครื่องกัดซีเอ็นซี

3.3 ขั้นตอนการป้อนโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยตรง

งานที่ 4. ฝึกปฏิบัติการทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

4.1 ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม

4.2 ขั้นตอนการแก้ไขโปรแกรม

อุปกรณ์และเครื่องมือ : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

วัสดุ : อลูมิเนียม

คำสั่ง :

ให้ผู้ฝึกนำโปรแกรมซีเอ็นซีที่เขียนจากใบงาน ชื่องาน ทดสอบ 1 หมายเลขโปรแกรม O111 และชื่องาน ทดสอบ 1 หมายเลขโปรแกรม O222 มาป้อนโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยตรง และทำการทดสอบและแก้ไขโปรแกรมให้ถูกต้อง (ให้ปฏิบัติตามใบข้อมูลปฏิบัติ)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 3.3**

3. ฝึกปฏิบัติการป้อนข้อมูลเข้าเครื่องกัดซีเอ็นซี

3.3 ขั้นตอนการป้อนโปรแกรมที่เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยตรง

ขั้นตอนการการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. โยกสวิตช์กุญแจ PROGRAM => ENABLE	- สวิตช์กุญแจ PROGRAM ใช้สำหรับป้องกันการแก้ไขโปรแกรม และพารามิเตอร์ต่างๆของเครื่อง (LOCK : ป้องกันการแก้ไข / ENABLE : สามารถแก้ไขได้)	-
2. กด PROGRAM => WORK NO.	- กดปุ่ม PROGRAM และกดปุ่ม WORK NO.ที่ปุ่มหน้าจอ	-
3. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 111 => INPUT	- พิมพ์หมายเลขโปรแกรม 111 กดปุ่ม INPUT	-
4. กด EIA/ISO PROGRAM	- เลือกประเภทโปรแกรมระหว่าง EIA/ISO PROGRAM หรือ MAZATROL PROGRAM	-
5. ป้อนโปรแกรม	- ป้อนโปรแกรมตามโปรแกรมที่เขียนมาจากใบงานทีละบรรทัด เมื่อจบแต่ละ บรรทัดให้กดปุ่ม EOB (End of Block) หรือกดปุ่ม INPUT ระบบจะขึ้นบรรทัดให้ใหม่พร้อมที่จะป้อนข้อมูลในบรรทัดต่อไป	-
6. กด PROGRAM COMPLETE เพื่อบันทึกโปรแกรม	- กดปุ่ม PROGRAM COMPLETE เพื่อบันทึกโปรแกรม เครื่องกัดระบบควบคุมบางยี่ห้อใช้ปุ่ม INPUT เป็นปุ่มจบการป้อนข้อมูลในแต่ละบล็อก และระบบจะบันทึกข้อมูลอย่างอัตโนมัติ หรือบางยี่ห้ออาจมีขั้นตอนการบันทึกข้อมูลในรูปแบบอื่น จึงควรศึกษาจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่นนั้นๆ	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนการฝึกป้อนข้อมูลเข้าเครื่องกัดซีเอ็นซีนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับ เครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 3.3**

4. ฝึกปฏิบัติการทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

4.1 ขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม

ขั้นตอนการการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. กดปุ่ม MEMORY MODE	-	-
2. กด WORK NO.	-	-
3. ป้อนหมายเลขโปรแกรม 111 ==> กดปุ่ม INPUT	- จะปรากฏโปรแกรมหมายเลข 111 ขึ้นบนหน้าจอภาพ	-
4. กด PROGRAM MONITOR	- กดปุ่ม PROGRAM MONITOR เพื่อตรวจสอบดูโปรแกรมและตำแหน่งต่างๆที่แท่นมีดเคลื่อนที่ไป	
5. กดปุ่ม MST LOCK	- กดปุ่ม MST LOCK ที่หน้าจอ เพื่อล็อคการทำงานของเพลางาน และการเปลี่ยนทูล	- ต้องกดปุ่ม MST LOCK ทุกครั้ง
6. กด MACHINE LOCK	- กดปุ่ม MACHINE LOCK ที่หน้าจอ เพื่อล็อคไม่ให้เครื่องจักรทำงาน	- ต้องกดปุ่ม MACHINE LOCK ทุกครั้ง
7. กด Z – AXIS CANCLE	- เพื่อล็อคแกน Z ไม่ให้เคลื่อนที่ลง	-
8. กด DRYRUN	- กดปุ่ม DRYRUN ที่หน้าจอ เพื่อตรวจสอบการทำงานอย่างรวดเร็วด้วยการปรับตั้งค่าความเร็วที่ ปุ่ม Feedrate Overwrite โดยไม่มีการตัดเฉือนชิ้นงาน	- หากไม่กดปุ่ม DRYRUN ระบบจะทำงานอย่างช้าด้วยอัตราป้อนตามโปรแกรมที่เขียน
9. กด CYCLE START	- กดปุ่ม CYCLE START เพื่อให้ระบบทำงานและตรวจสอบโปแกรมอย่างอัตโนมัติ -หากกดปุ่ม Single Block การทำงานจะทำที่ละบล็อก - หากมีข้อผิดพลาดจากโปรแกรม ระบบจะหยุดการทำงาน จะสังเกตเห็นหลอดไฟสีแดงสว่าง กระพริบเป็นระยะๆ และมีตัวอักษร Alarm ขึ้น ให้หาสาเหตุและแก้ไข	- ขณะควบคุมการทำงาน หากเกิดความผิดพลาดของข้อมูล จะต้องหาสาเหตุและแก้ไขให้เรียบร้อย แล้วจึงเริ่มต้นทำการตรวจสอบโปรแกรมใหม่ - กดปุ่ม TRACE เพื่อแสดงภาพเส้นทางการตัดเฉือน

หมายเหตุ : ขั้นตอนการฝึกป้อนข้อมูลเข้าเครื่องกัดซีเอ็นซีนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับ เครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **งานย่อยที่ 3.3**

4.2 ขั้นตอนการแก้ไขโปรแกรม

ขั้นตอนการการปฏิบัติงาน	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. โยกสวิตช์กุญแจ PROGRAM => ENABLE	-	-
2. กดปุ่ม PROGRAM => WORK NO.	-	-
3. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 111 และกด INPUT	- จะปรากฏโปรแกรมหมายเลข 111 ขึ้นบนหน้าจอภาพ	-
4. กดปุ่ม PROGRAM EDIT	- กดปุ่ม PROGRAM EDIT เพื่อแก้ไขโปรแกรม	
5. แก้ไขข้อมูล	- ให้เลื่อน CURSOR ↓ มายังตำแหน่งที่ต้องการแก้ไข แล้วทำการแก้ไข โดยพิมพ์ข้อมูลที่ต้องการแก้ไขได้เลย - ถ้าต้องการแทนที่ข้อมูลให้กดปุ่ม **Alter** - เมื่อต้องการทดสอบโปรแกรมใหม่ให้กระทำเช่นเดียวกับขั้นตอนการทดสอบโปรแกรม	-
6. กดปุ่ม PROGRAM COMPLETE เพื่อบันทึกโปรแกรม	- เครื่องกัดระบบควบคุมบางยี่ห้อใช้ปุ่ม INPUT เป็นปุ่มจบการป้อนข้อมูลในแต่ละบล็อกและระบบจะบันทึกข้อมูลอย่างอัตโนมัติ - เครื่องกัดระบบควบคุมบางยี่ห้อ อาจมีขั้นตอนการบันทึกข้อมูลในรูปแบบอื่น จึงควรศึกษาจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่นนั้นๆ	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนการฝึกป้อนข้อมูลเข้าเครื่องกัดซีเอ็นซีนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับ เครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบเตรียมการสอน (ปฏิบัติ)	
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1	
		รหัสวิชา 0920921104	
		งานที่ 1-9	**เวลา 12 ชั่วโมง**

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้ผู้รับการฝึกสามารถ

1. ประกอบและติดตั้งมีดกัดได้อย่างถูกวิธี
2. ปรับตั้งจุดศูนย์ชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง
3. ปรับตั้งค่าชดเชยความยาวมีด (Tool Offset) ได้อย่างถูกต้อง
4. ปรับตั้งค่าชดเชยความรัศมี (RADIAL CONPANSATION) ได้อย่างถูกต้อง
5. ปฏิบัติการจำลองการกัด (Dry Run) ได้อย่างถูกต้อง
6. ปฏิบัติการกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) ตามแบบที่กำหนดด้วย Mode Single Block ได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
7. ปฏิบัติการตรวจสอบขนาดชิ้นงาน แก้ไขโปรแกรม และปรับตั้งค่าชดเชยมีดได้อย่างถูกต้อง
8. ปฏิบัติการกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซีตามแบบที่กำหนดด้วย Mode Auto ได้ถูกต้องและปลอดภัย

วิธีการสอน : บรรยาย สาธิตการกัดชิ้นงานบนเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) และแนะนำการปฏิบัติงาน

อุปกรณ์ช่วยฝึก : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

การมอบหมายงาน :

1. ใบข้อมูล (ปฏิบัติ) เรื่อง การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
2. ใบขั้นตอนการกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1

การวัดและประเมินผล :

1. ผลการฝึกปฏิบัติตามใบขั้นตอนการกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1

หนังสืออ้างอิง :

1. เชาวลิต ถาวรสิน. **เทคนิคการเขียนโปรแกรม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2538.
2. เชาวลิต ถาวรสิน. **คู่มือปฏิบัติงานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี.** ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ : 2550.
3. **Mechanical Manual Mazak FJV 250.**

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 1.1

1. การใช้งานเครื่องกัดซีเอ็นซี

การปฏิบัติงานในเครื่องกัดซีเอ็นซีนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องกัดซีเอ็นซีทุกรุ่น ทุกยี่ห้อจะมีส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซีที่เหมือนกัน แต่อาจมีความแตกต่างกันที่ปุ่มควบคุมต่างๆ และการวางตำแหน่งที่แตกต่างกัน แต่มีชื่อและมีหน้าที่และการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและไม่ให้เครื่องกัดซีเอ็นซีเกิดความเสียหาย

ภาพแสดงเครื่องกัดซีเอ็นซี Mazak FJV 250

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 1.1, 1.2**

1.1 ส่วนประกอบในการควบคุมการทำงานของเครื่องกัด ซีเอ็นซี

ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องกัด ซีเอ็นซี แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1. ส่วนควบคุมการแสดงผล (Monitor Control Panel)

ส่วนที่ 2. ส่วนควบคุมการป้อน/แก้ไข/เปลี่ยนแปลงข้อมูล (Numerical Control Panel)

ส่วนที่ 3. ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Machine Control Panel)

1.2 การใช้สัญลักษณ์ในการควบคุมเครื่องกัด CNC

สัญลักษณ์พื้นฐานและสัญลักษณ์สำหรับเครื่องจักร NC ตาม DIN 55003

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์พื้นฐาน

	ลูกศรฟังก์ชั่นของเครื่อง (Function Arrow)		Data recorder		โปรแกรมที่ไม่มี Function ของเครื่อง
	โปรแกรมพร้อม Function ของเครื่อง		บรรทัดหรือบล๊อค (Block)		จุดอ้างอิง
	การปรับ (Compensation)		Memory		เปลี่ยนแปลง (Change)

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์สำหรับเครื่องจักร NC

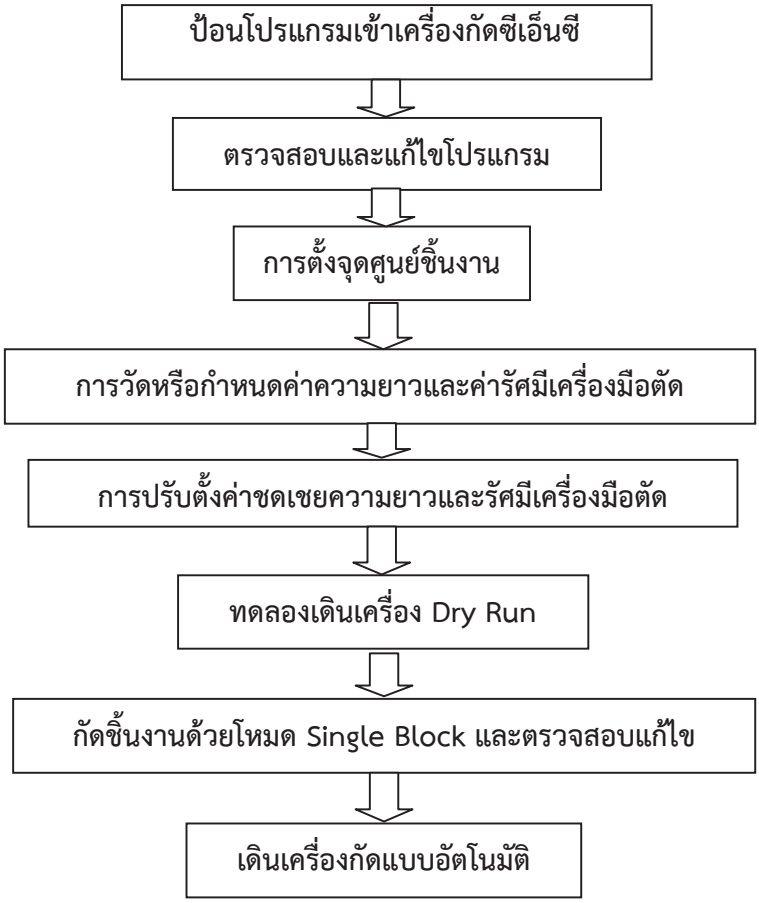
	จุดศูนย์อ้างอิง Reference point		เผื่อระยะรัศมีมีดกัด		ค้นหาบล๊อคหลักถัดไป
	จุดโคออดิเนต Coordinate datum		เผื่อระยะ o มีดกัด		ค้นหาบล๊อคหลักย้อนหลัง

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 1.3

1.3 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

การปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซีนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเครื่องกัดซีเอ็นซีทุกรุ่น ทุกยี่ห้อ จะมีส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องกัดซีเอ็นซีที่เหมือนกัน **ต่อไปนี้จะเป็นการแสดงรายละเอียดในแต่ละลำดับขั้นตอนหลักๆ ตามแผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานกัดซีเอ็นซี ซึ่งผู้ศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานกับเครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่นอื่นๆ ได้เช่นเดียวกัน**

แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานกัดซีเอ็นซี



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 2.1

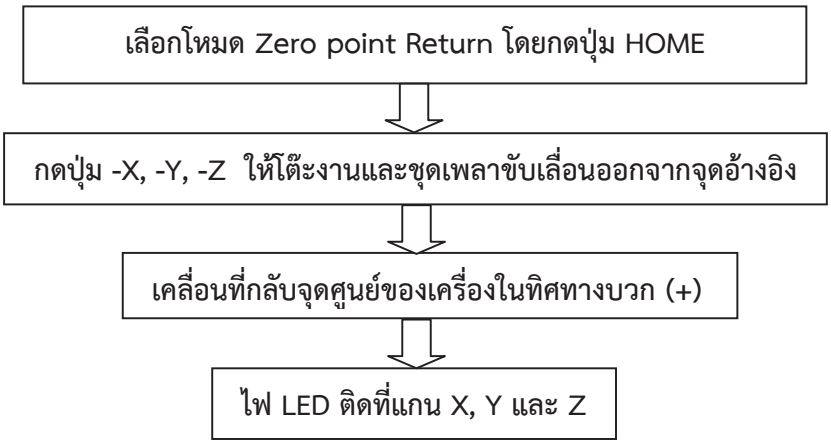
2. ปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Home Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

2.1 การฝึกปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Home Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

ในการปฏิบัติงานกัดหลังจากเปิดเครื่องจักรครั้งแรกจะต้องสั่งให้ชุดแท่นเครื่องมือตัดเคลื่อนที่กลับมาที่จุดอ้างอิงของเครื่อง(HOME) ทุกครั้ง ก่อนทำการปรับตั้งจุดศูนย์ชิ้นงาน ปรับตั้งค่าชดเชยความยาวเครื่องมือตัด หรือเปลี่ยนเครื่องมือตัด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

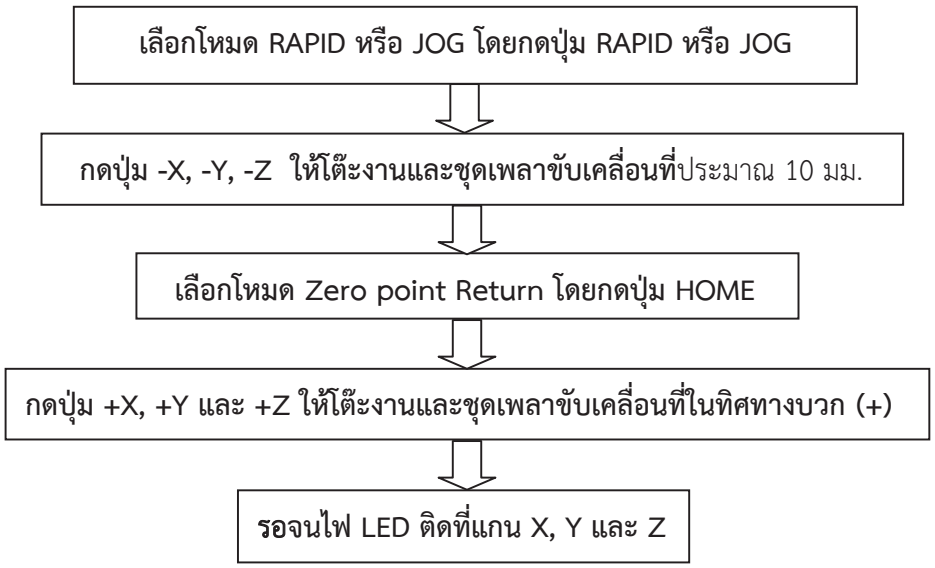
1. กดปุ่ม HOME (หลังจากเปิดเครื่องจักรครั้งแรก)
2. ถ้าแกนของเครื่อง(โต๊ะงานและชุดเพลาขับ)อยู่ใกล้กับจุดศูนย์ของเครื่อง ให้กดปุ่ม –X, -Y และ –Z แล้วแกนของเครื่องจะเคลื่อนที่กลับจุดศูนย์ของเครื่องในทิศทางบวก (+) อัตโนมัติ (มีไฟ LED ติดที่แกน X, Y และ Z)
3. ถ้าแกนของเครื่อง(โต๊ะงานและชุดเพลาขับ)อยู่ห่างจากจุดศูนย์ของเครื่อง ให้กดปุ่ม –X, -Y และ –Z ก่อนประมาณ 10 มม. หลังจากนั้นให้กดปุ่ม +X, +Y และ +Z จนกว่าแกนของเครื่องจะเคลื่อนที่กลับจุดศูนย์ของเครื่อง (มีไฟ LED ติดที่แกน X, Y และ Z)

ขั้นตอนการปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (โต๊ะงานและชุดเพลาขับอยู่ใกล้จุดศูนย์ของเครื่อง)



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 2.1

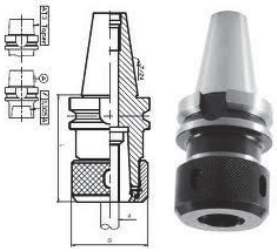
ขั้นตอนการปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (โต๊ะงานและชุดเพลาขับอยู่ห่างจากจุดศูนย์ของเครื่อง)



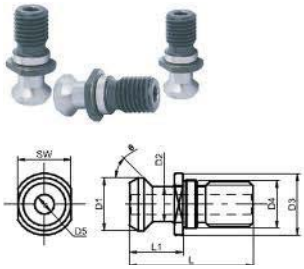
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 3.1**

3. การประกอบติดตั้งเครื่องมือตัดบนชุดติดตั้ง (Magazine)

เครื่องมือตัดที่ใช้กับเครื่องกัดซีเอ็นซี เป็น Tool Holder ส่วนใหญ่จะใช้ขนาดเรียว BT40 ดังรูป และมี Pull Stud เป็นชิ้นส่วนเกลียวยึดกับส่วนปลายเรียว Tool Holder และส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของ Pull Stud จะกลึงเป็นทรงกระบอกและมีเรียวเพื่อให้ Taper แคลมป์ของเพลากัดจับยึดและดึงให้ เรียวของ Tool Holder แนบกับเรียวในของเพลากัด ส่วนการส่งกำลังนั้นจะใช้ลิ่มขับกับร่องลิ่มที่อยู่ส่วนหัวของ Tool Holder ดังรูป



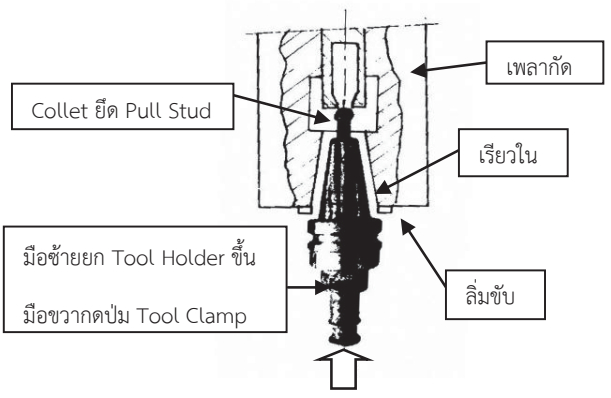
รูปแสดง Tool Holder ขนาด Bt 40 ที่ใช้กับเพลากัด CNC



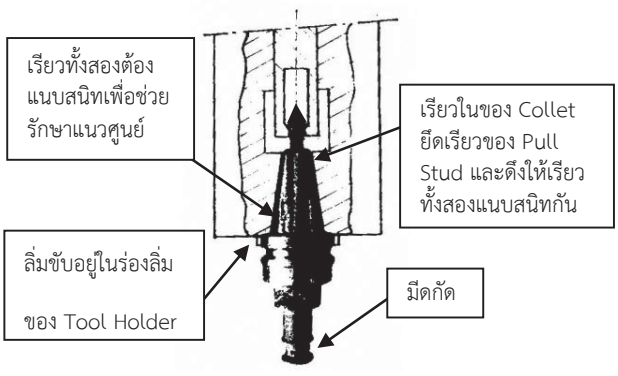
รูปแสดง Pull Stud ที่ใช้จับยึดกับเพลากัดและTool Holder

3.1 การติดตั้งเครื่องมือตัดบนชุดติดตั้ง (Turret)

การติดตั้ง Tool Holder เข้ากับเพลากัดนั้นผู้ปฏิบัติจะต้องติดตั้งด้วยแมนนวล โดยเลือกโหมด HOME, JOG หรือ HANDLE และใช้มือซ้ายจับ Tool Holder และเลื่อนให้เรียวของ Tool Holder อยู่ยึดติดกับเรียวในของ Collet ขณะเดียวกันให้ใช้มือขวากดปุ่ม **Tool Clamp** เพลากัดก็จะทำการจับยึด Tool Holder การทดสอบว่าจับยึดแน่นหรือไม่ โดยใช้มือซ้าย ประคอง Tool Holder และค่อยๆ ปล่อย ถ้า Tool Holder ไม่ตก แสดงว่าเพลากัดจับยึด Tool Holder สำเร็จแล้ว



รูปแสดงการติดตั้งTool Holder กับเพลากัดโดยใช้ลมช่วยจับยึด



รูปแสดงการติดตั้ง Tool Holder เข้ากับเพลากัดแล้ว

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 4.1**

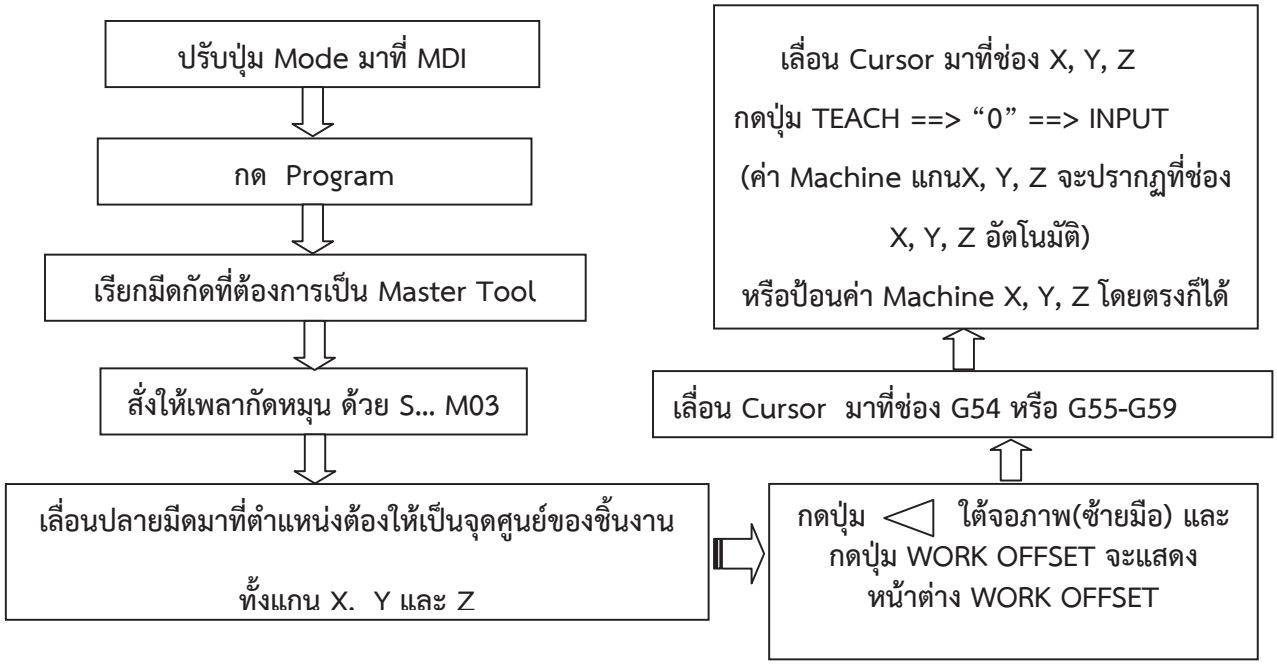
4. การกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงาน (Work Piece Zero Point)

4.1 ขั้นตอนการตั้งจุดศูนย์ของงาน

การตั้งจุดศูนย์ของงาน

ขั้นตอนนี้เป็นการปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานหรือจุดศูนย์ของโปรแกรมให้เครื่องรู้ว่าจุดศูนย์อยู่ตำแหน่งใด ซึ่งจุดศูนย์ของชิ้นงานที่ปรับตั้งนี้จะต้องอยู่กับตำแหน่งที่กำหนดไว้ในแบบงานและคำสั่งที่ใช้กำหนดจุดศูนย์ คือ G54, G55 - G59 จะต้องใช้คำสั่งที่ตรงกันด้วย สำหรับมีดกัดที่จะนำมาทำการปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานนี้จะเรียกว่า มีดหลัก หรือ Master Tool การปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานมีขั้นตอนดังนี้

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงาน

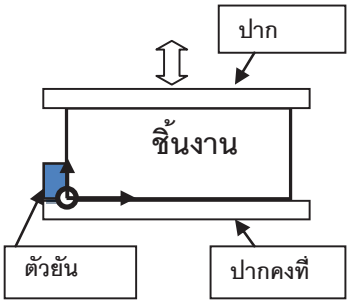


หมายเหตุ : ขั้นตอนการปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

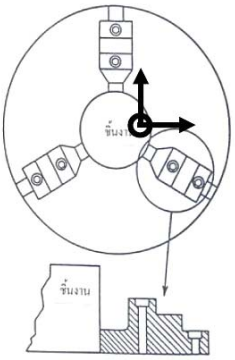
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 4.2, 4.3**

4.2 การจับยึดชิ้นงาน

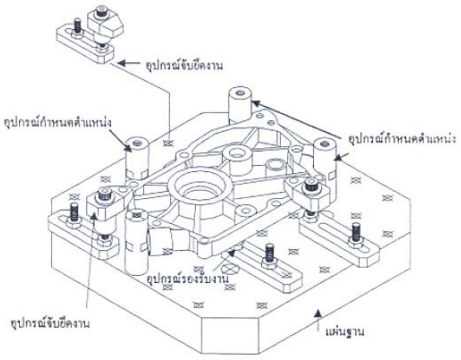
การจับยึดชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติจะต้องพิจาณารูปร่างของชิ้นงานเป็นหลักว่า ควรเลือกอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานชนิดใด เมื่อจับยึดแล้วต้องมีความมั่นคง และเที่ยงตรงทางตำแหน่ง การใส่ การวางตำแหน่ง และการถอดชิ้นงานต้องทำได้อย่างสะดวกและปลอดภัย เช่น ชิ้นงานเป็นแท่งสี่เหลี่ยม ควรเลือกใช้ปากกาจับยึดงานและควรมีตัวยันหยุดเพื่อให้จุดศูนย์ชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งคงที่ตลอดไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าเป็นชิ้นงานกลมและต้องขึ้นรูปแบบสมมาตร ควรเลือกใช้แบบหัวจับฟันพร้อม หรือชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร เช่นงานหล่อ งานตีขึ้นรูป ควรออกแบบเป็นฟิกเจอร์จับยึด



ก) การจับยึดชิ้นงานสี่เหลี่ยม



ข) การจับยึดชิ้นงานกลม

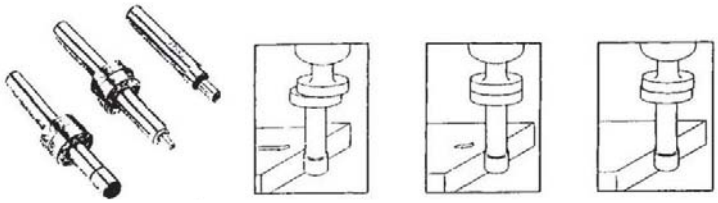


ค) การจับยึดชิ้นงานไม่สมมาตร

4.3 การใช้ TOOL MASTER หาศูนย์ชิ้นงานบนระนาบแกน X, Y และแกน Z (Pre-Set Tool) และการป้อนข้อมูลเครื่องมือตัด

การปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานหรือจุดศูนย์ของโปรแกรมให้เครื่องรู้ว่าจุดศูนย์อยู่ตำแหน่งใด สามารถกระทำได้สองวิธีคือ 1. ใช้อุปกรณ์สำหรับหาศูนย์ชิ้นงาน ดังรูป หรือ 2 ใช้ Tool Master ทำการปรับตั้งศูนย์ชิ้นงาน วิธีที่สองนี้ผู้ปฏิบัติต้องเลือกและกำหนดใช้มีดหลัก หรือ Tool Master มาใช้ในการปรับตั้งจุดศูนย์ของงาน มีดที่เลือกนิยมใช้เป็นมีดกัดละเอียด สำหรับการปรับตั้งจุดศูนย์

อุปกรณ์สำหรับหาศูนย์ชิ้นงาน (Work Offset

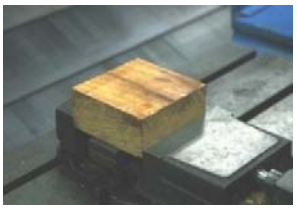


รูปแสดงการหาศูนย์ชิ้นงาน

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 4.2, 4.3**

รูปแสดงขั้นตอนการปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานโดยใช้ Tool Master ทำการปรับตั้งศูนย์ชิ้นงาน

1. เมื่อตรวจเช็คโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว เริ่มจับยึดชิ้นงานเข้ากับปากกาจับยึดเพื่อนเตรียมกัด



2. เลือกโหมด Zero point Return โดยกดปุ่ม HOME

3. กดปุ่ม +X, +Y และ +Z หรือ ให้โต๊ะงานและชุดเพลาขับเคลื่อนที่ในทิศทางบวก (+)

- **รอจนไฟ LED ติดที่แกน X, Y และ Z**

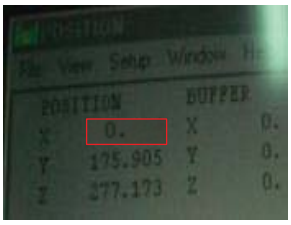
4. ทำการเปลี่ยน Tool Master
- กดปุ่มเลือกโหมด MDI
- พิมพ์หมายเลข Tool Master เช่น T03 และตามด้วย M06
- กดปุ่ม Cycle Start

5. สั่งให้เพลากัดหมุน
- พิมพ์ S1000 M03
- กด Cycle Start

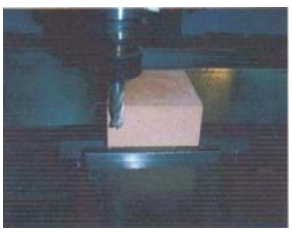
เพลากัดจะหมุนตามเข็มนาฬิกา

6. เลื่อน Tool มาแตะผิวงานเพื่อ SET ศูนย์ของชิ้นงาน
- บิดปุ่ม MODE มาที่ JOG และทำการเลื่อนให้ TOOL MASTER มาแตะที่ขอบงานด้านกว้าง (Set ศูนย์แกน X)

7. Set แกน X ให้เป็น 0.0
- กดปุ่ม POSITION
- เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังแกน X
- พิมพ์ “0”
- กดปุ่ม INPUT จะได้ค่า X = 0.

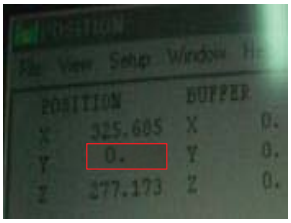


8. ยก TOOL ขึ้นพ้นชิ้นงาน และเลื่อนลงมาแตะที่ขอบงานด้านยาว (Set ศูนย์แกน Y)

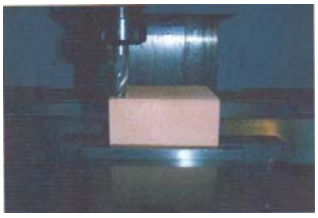


	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ) **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 4.2, 4.3**

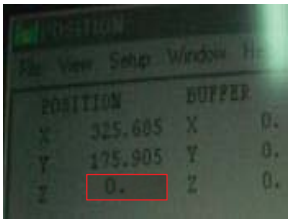
9. Set แกน Y ให้เป็น 0.0
- กดปุ่ม POSITION
- เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังแกน Y
- พิมพ์ “0”
- กดปุ่ม INPUT จะได้ค่า Y = 0.



10. เลื่อน TOOL ขึ้นแล้วให้ปลายมีดมาแตะที่ผิวหน้างาน
(Set ศูนย์แกน Z)



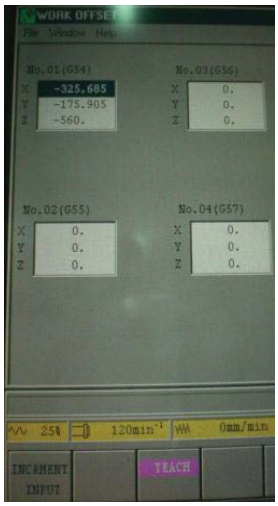
11. Set แกน Z ให้เป็น 0.0
- กดปุ่ม POSITION
- เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังแกน Z
- พิมพ์ “0”
- กดปุ่ม INPUT จะได้ค่า Z = 0.



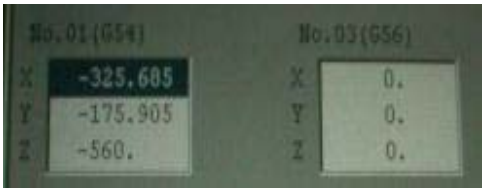
12. ทำการปรับตั้งจุดศูนย์ชิ้นงาน
- เลื่อน TOOL มาที่แกน X และ Y เข้าหาชิ้นงาน ให้ได้ระยะเท่ากับรัศมีของมีด
เช่น TOOL มี Ø16 ม.ม. , r = 8ม.ม. ก็เลื่อนระยะแกน X, Y ไปที่ X = 8.000, Y = 8.000

13. กดปุ่ม ◁ ใต้จอภาพ(ซ้ายมือ) และกดปุ่ม WORK OFFSET จะแสดงหน้าต่าง WORK OFFSET

14. เลื่อน Cursor มาที่ช่อง G54 หรือ G55-G59
- เลื่อน Cursor มาที่ช่อง X
- กดปุ่ม TEACH
- พิมพ์ “0”
- กดปุ่ม INPUT
(จะได้ค่า Machine แกนX ปรากฏที่ช่อง X อัตโนมัติ)



15. เลื่อน Cursor มาที่ช่อง Y และ Z แล้วกำหนดค่าเหมือนข้อ 14 ซึ่งจะได้ตำแหน่งจุดอ้างอิงชิ้นงาน ดังนี้



<u>หมายเหตุ:</u>
- สามารถนำค่าตำแหน่งของ Machine ในแกน X, Y, Z ป้อนค่าเข้าไปที่ช่อง X, Y, Z โดยตรงก็ได้
- ถ้าเลื่อน TOOL มาแตะที่ผิวงานแกน X และ Y แล้วสามารถกดปุ่ม TEACH ==> พิมพ์ “8” ==> กดปุ่ม INPUT ก็ได้ (ซึ่งเครื่องจักรจะนำค่าตำแหน่งปัจจุบันของ Machine + ค่าระยะรัศมีหรือค่า OFFSET ทูลมาคำนวณหาจุดอ้างอิงชิ้นงาน ให้อัตโนมัติ แต่ต้องกำหนดทิศทางการ OFFSET ให้ถูกต้องด้วย)

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 5.1

5. การวัดหรือกำหนดค่าความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัด

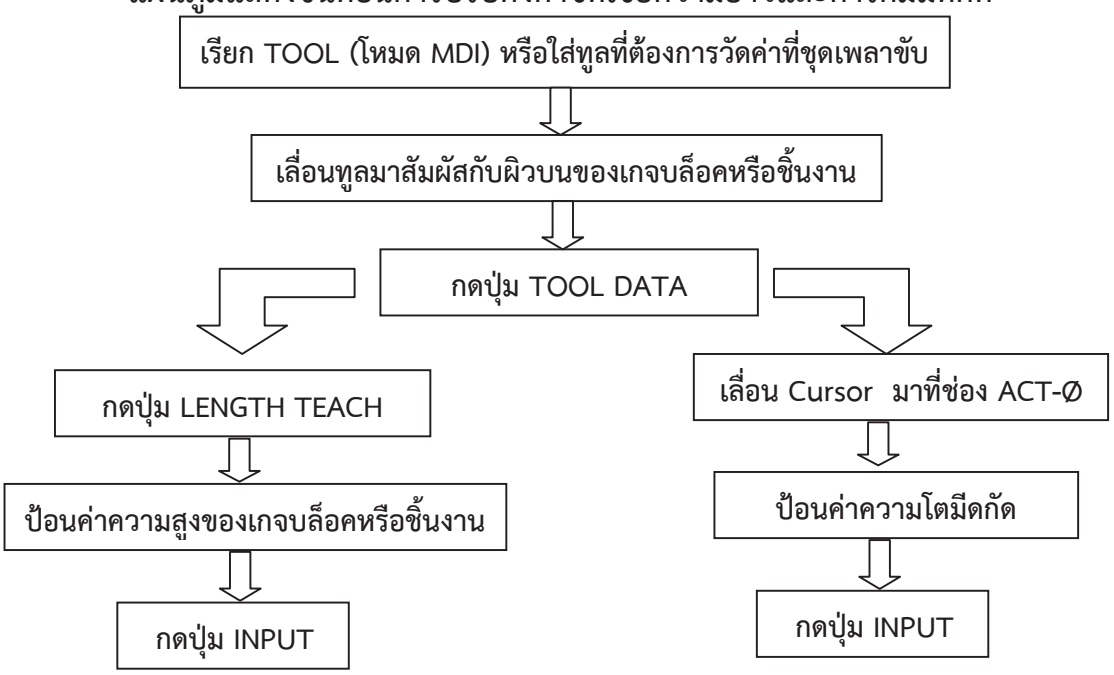
5.1 การวัดหรือกำหนดค่าความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัด

เมื่อ**นำมีดกัดหรือทูลมาใช้งาน จะต้องทำการวัดหรือกำหนดค่าความยาวทูลและทำการชดเชยค่ารัศมีมีดกัดทั้งหมดเก็บไว้ที่ TOOL DATA ก่อนจึงจะสามารถนำมาใช้งานได้ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้**

สำหรับมีดกัด จะทำการกำหนดค่าความยาวมีดกัดที่ช่อง LENGTH ของหน้าต่าง TOOL DATA

สำหรับการปรับตั้งค่าชดเชยรัศมีมีดกัดให้ป้อนค่าความโตมีดกัดที่ช่อง ACT-Ø ของหน้าต่าง TOOL DATA

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและค่ารัศมีมีดกัด



หมายเหตุ : ขั้นตอนการการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและค่ารัศมีมีดกัดนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้

ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

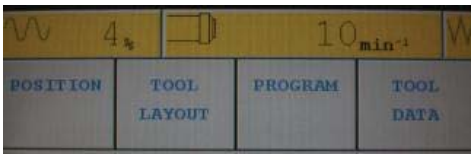
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)**
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 5.1

รูปแสดงขั้นตอนการวัดหรือกำหนดค่าความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัด

1. เรียก TOOL (โหมด MDI) หรือใส่ทูลที่ต้องการวัดค่าที่ชุดเพลาขับ

2. เลื่อนทูลมาสัมผัสกับผิวบนของเกจบล็อคหรือชิ้นงาน

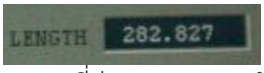
3. กดปุ่ม TOOL DATA



4. กดปุ่ม LENGTH TEACH (เคอร์เซอร์ มาอยู่ที่ ช่อง LENGTH อัตโนมัติ

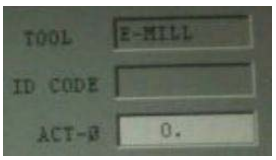
)

5. ป้อนค่าระยะความสูงของเกจบล็อคหรือชิ้นงานจากผิวหน้าโต๊ะงาน (Table) เช่น 50 มม.

- พิมพ์ “50”
- กดปุ่ม INPUT ==> 

(จะได้ค่าความยาวทูล ปรากฏที่ช่อง LENGTH อัตโนมัติ)

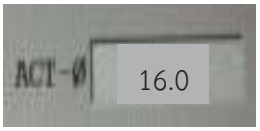
6. เลื่อน Cursor มาที่ช่อง ACT-Ø



7. ป้อนค่าความโตทูล(มีดกัด) เช่น ทูลโต 16.0 มม.

- พิมพ์ “16”
- กดปุ่ม INPUT

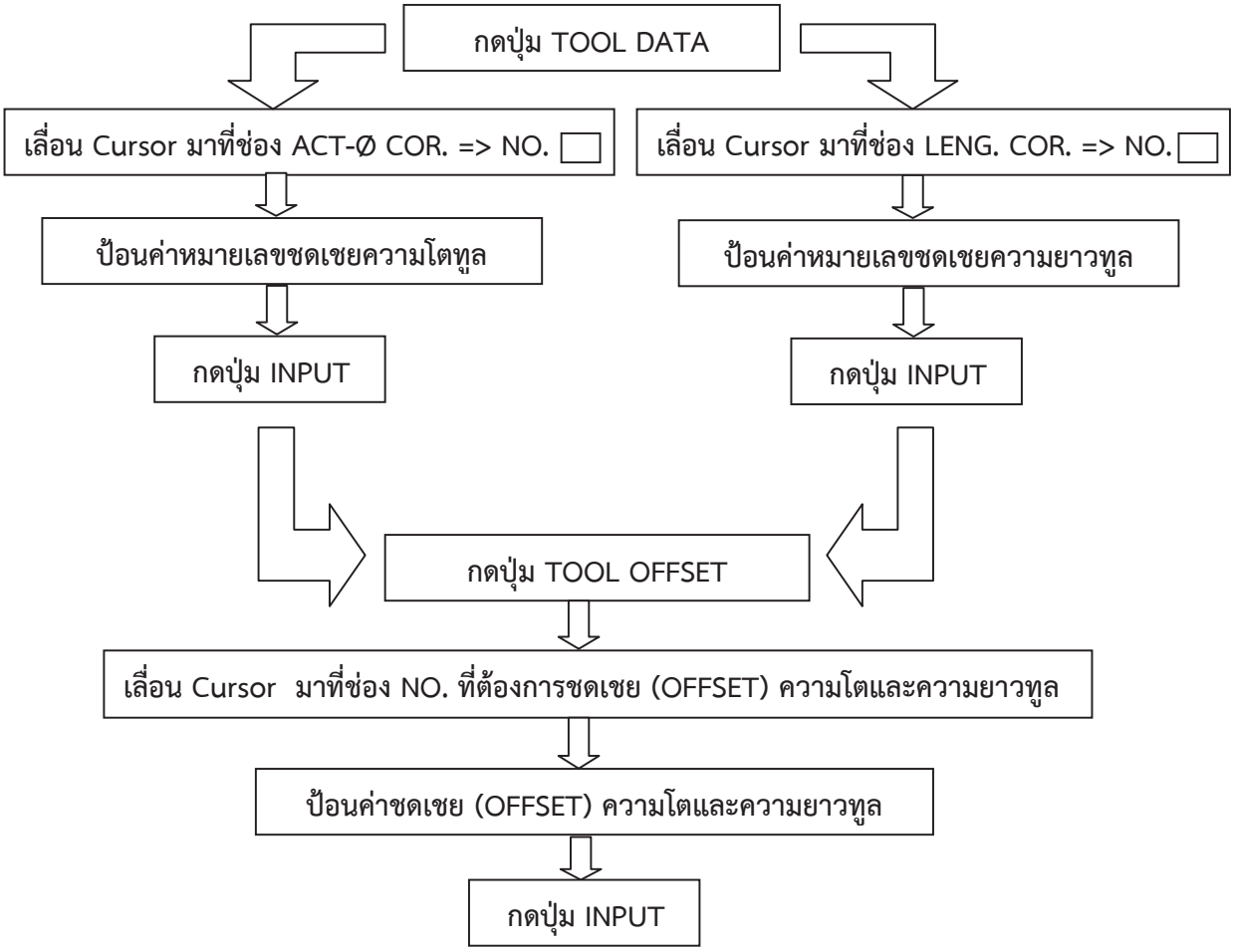
(จะได้ค่าความโตทูล ปรากฏที่ช่อง ACT-Ø)



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 5.2**

5.2 การปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีเครื่องมือตัด

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีเครื่องมือตัด

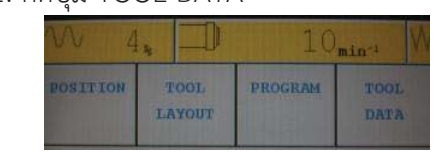


หมายเหตุ : ขั้นตอนการการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัดนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 5.2**

รูปแสดงขั้นตอนการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีเครื่องมือตัด

1. กดปุ่ม TOOL DATA



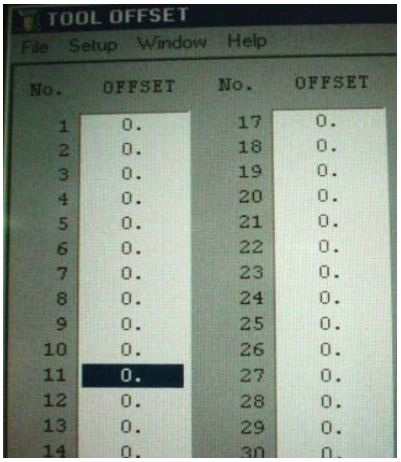
4. กดปุ่ม TOOL OFFSET

2. เลื่อน Cursor มาที่ช่อง ACT-Ø COR. => NO. ☐
- ป้อนค่าหมายเลขชดเชยความโตทูล (เช่น ชดเชยความโตทูลที่ช่อง OFFSET No. ที่ 3)
- พิมพ์ “3”
- กดปุ่ม INPUT

3. เลื่อน Cursor มาที่ช่อง LENG. COR. => NO. ☐
- ป้อนค่าหมายเลขชดเชยความยาวทูล (เช่น ชดเชยความยาวทูลที่ช่อง OFFSET No. ที่ 11)
- พิมพ์ “11”
- กดปุ่ม INPUT

5. เลื่อน Cursor มาช่อง NO. 3 เพื่อชดเชยความโตทูล
- พิมพ์ “1.0” (ถ้าต้องการชดเชยความโตทูล=1.0 มม.)
- กดปุ่ม INPUT

6. เลื่อน Cursor มาช่อง NO. 11 เพื่อชดเชยความยาวทูล
- พิมพ์ “0.5” (ถ้าต้องการชดเชยความยาวทูล=0.5 มม.)
- กดปุ่ม INPUT



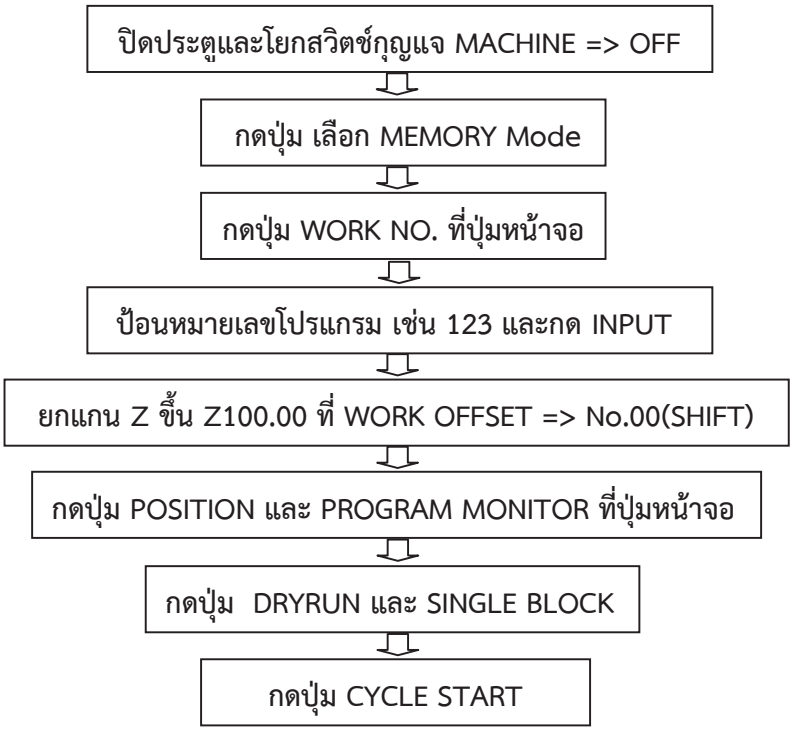
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 6.1**

6. การจำลองการกัดชิ้นงาน (Dry Run)

6.1 การทดลองเดินเครื่องตัวเปล่าด้วย Mode Dry Run

การทดลองเดินตัวเปล่าหรือเรียกว่า Dry Run จะกระทำหลังจากทำการปรับตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงานและทำการชดเชยค่าความยาวมีดกัดและชดเชยค่ารัศมีกัดเสร็จสมบูรณ์แล้ว วัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบดูเส้นทางการเคลื่อนที่ของมีดกัดของโต๊ะงานถูกต้องหรือไม่หรือค่าความเร็วรอบและอัตราป้อนเหมาะสมหรือไม่โดยใช้การทำงานใน Mode Dry Run และ จะต้องทำการเลื่อนจุดศูนย์โปรแกรมในแนวแกน Z หรือ เรียกว่า Shift Z ประมาณ 100.00 ม.ม. เพื่อให้มีดลอยอยู่เหนือผิวงานโดยไม่มีการตัดเฉือนชิ้นงาน

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทดลองเดินเครื่องด้วยตัวเปล่า (Dry Run)



หมายเหตุ : ขั้นตอนการทดลองเดินเครื่องด้วยตัวเปล่า (Dry Run) นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

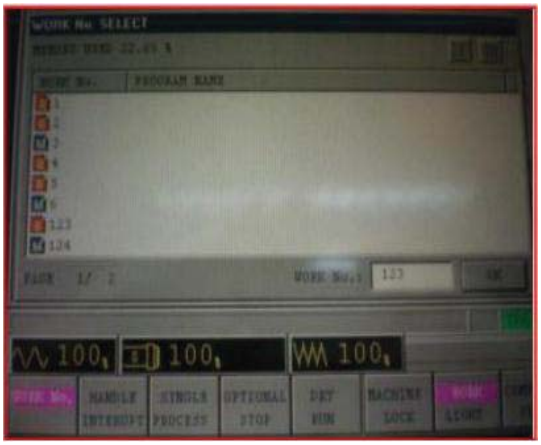
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 6.1**

รูปแสดงขั้นตอนการทดลองเดินเครื่องตัวเปล่าด้วย Mode Dry Run

1. ปิดประตูและโยกสวิตช์กุญแจ MACHINE => OF F

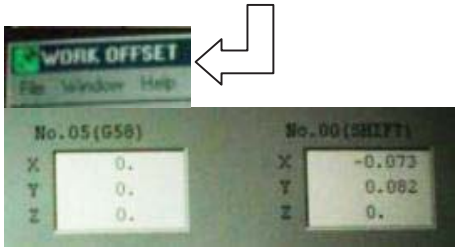
2. กดปุ่ม เลือก MEMORY Mode

3. กดปุ่ม WORK NO. ที่ปุ่มหน้าจอ

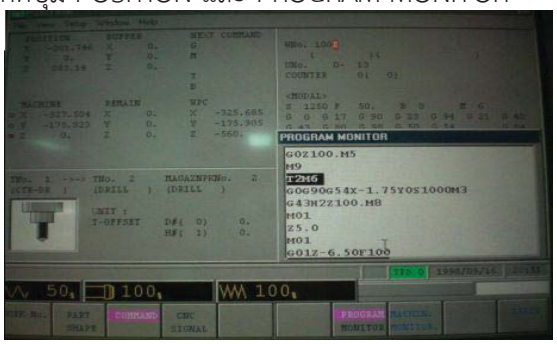


4. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 123 และกด INPUT

5. ยกแกน Z ขึ้น Z100.00 ที่ WORK OFFSET
- กดปุ่ม WORK OFFSET
- เลื่อน Cursor มาที่ช่อง No.00(SHIFT) แกน Z
- พิมพ์ “100.0”
- กดปุ่ม INPUT



6. กดปุ่ม POSITION และ PROGRAM MONITOR



7. กดปุ่ม DRYRUN และ SINGLE BLOCK

8. กดปุ่ม CYCLE START

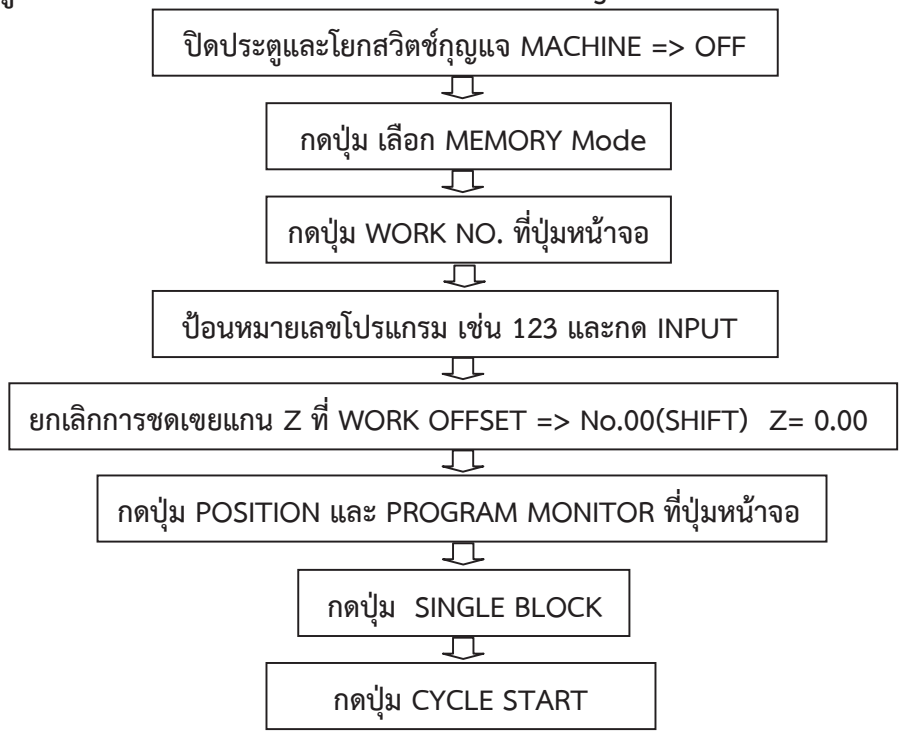
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 7.1**

7. การกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)

7.1 ขั้นตอนการกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)

ภายหลังจากการทดสอบเดินตัวเปล่าจนแน่ใจว่าไม่มีการผิดพลาดทางโปรแกรมแล้ว จึงเริ่มปฏิบัติขึ้นรูปชิ้นงานทีละบรรทัด โดยใช้ Mode Single Block เพื่อตรวจสอบการทำงานในแต่ละบล็อกของโปรแกรม โดยเครื่องกัดซีเอ็นซีจะหยุดการทำงานเมื่อสิ้นสุดการทำงานในแต่ละบล็อก หากจะทำงานในบล็อกใหม่ให้กดปุ่ม Cycle Start อีกครั้ง เมื่อกัดชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์แล้วจะต้องทำชิ้นงานมาตรวจสอบขนาดในตำแหน่งต่างๆ ให้ตรงกับแบบและให้มีขนาดอยู่ในค่าพิกัดความเผื่อที่กำหนดตามแบบ หากขนาดไม่ตรงให้แก้ไข และทดลองทำงานโดยใช้ Mode Single Block ใหม่

แผนภูมิแสดงขั้นตอนการกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)



หมายเหตุ : รูปแสดงขั้นตอนการกัดชิ้นงานและตรวจสอบแก้ไขเหมือนกับการทดลองเดินเครื่องตัวเปล่า

หมายเหตุ : ขั้นตอนการกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ)
		หัวข้อวิชา การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1
		รหัสวิชา 0920921104
		งานย่อยที่ 8.1

8. การตรวจสอบขนาดชิ้นงานและแก้ไขโปรแกรม

8.1 วิธีการตรวจสอบขนาดชิ้นงานและแก้ไขโปรแกรม

ภายหลังจากการทำการกัดชิ้นงานใน Mode Single Block ต้องทำการตรวจวัดขนาดชิ้นงานว่ามีขนาดตรงกับแบบกำหนดหรือไม่ หรือมีคุณภาพผิวตรงตามแบบกำหนดหรือไม่ โดยใช้เครื่องมือวัด เช่น เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ หรือไมโครมิเตอร์ ทำการวัดขนาดทุกๆ จุดให้ตรงกับแบบงาน ผู้ปฏิบัติอาจสร้างใบตรวจสอบขนาดและบันทึกผลการวัดในจุดต่างๆ ลงไป เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดทางขนาดที่เกิดขึ้น ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้ว อาจมีสาเหตุมาจากกระบวนการต่างๆ ได้แก่

1. ความผิดพลาดจากการอ่านแบบ
2. ความผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรม
3. ความผิดพลาดจากการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวมีดและรัศมีมีดกัด
4. ความผิดพลาดจากการวัด และการอ่านสเกลเครื่องมือวัด

เมื่อทราบสาเหตุของความผิดพลาดแล้วจะต้องทำการแก้ไข เช่น หากเกิดความผิดพลาดจากข้อ 1. และข้อ 2. จะต้องทำการตรวจสอบโปรแกรม และแก้ไขโปรแกรมให้ถูกต้อง และทำการเรียกโปรแกรมบนเครื่องกัด CNC แล้วทำการแก้ไขบล็อกที่มีความผิดพลาด

หากเกิดความผิดพลาดทางขนาดเนื่องจากการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวมีดและรัศมีมีดกัดไม่ถูกต้อง ให้ทำการเข้าที่โหมด Tool Offset แล้วทำการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวมีดตัวที่มีค่าชดเชยผิดพลาดใหม่ แล้วทำการป้อนค่าชดเชยความยาวมีดหรือรัศมีมีดกัดใหม่ในโหมด Tool Offset (ปฏิบัติเช่นเดียวกับขั้นตอนการปรับตั้งค่าชดเชยมีดกัด)

หากเกิดความผิดพลาดทางขนาดเนื่องจากการใช้เครื่องมือวัด หรือวิธีการวัดและการอ่านสเกลไม่ถูกต้อง จะต้องศึกษาวิธีการใช้ การวัดและการอ่านสเกลเครื่องมือวัดให้เกิดความชำนาญ

หมายเหตุ : หากเกิดความผิดพลาดทางขนาดเนื่องจากการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวมีดและรัศมีมีดกัด ให้กลับไปดำเนินการตั้งแต่หัวข้อย่อยที่ 5.1 ถึง หัวข้อย่อยที่ 7.1

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ทฤษฎี)** **หัวข้อวิชา** การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921103** **หัวข้อย่อยที่ 8.1**

8.1.2 การเลือกใช้ความเร็วตัด ควฺมเร็วรอบ ความลึก และอัตราป้อน

การเลือกใช้ความเร็วตัด ความลึกและอัตราป้อนในงานกัดซีเอ็นซีนั้น ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีความรู้และความเข้าใจในองค์ประกอบที่เป็นเงื่อนไขในการตัดเฉือน ได้แก่ ชนิดของวัสดุงาน ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำเครื่องมือ-ตัด ความลึก และอัตราป้อนในการกัด โดยมีหลักเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

ชนิดวัสดุงาน	ชนิดของวัสดุทำเครื่องมือตัด	ความเร็วตัด
อ่อน	อ่อน (เหล็กรอบสูง)	ต่ำ
อ่อน	แข็ง (คาร์ไบด์)	สูง
แข็ง	อ่อน (เหล็กรอบสูง)	ต่ำ
แข็ง	แข็ง (คาร์ไบด์)	สูง

การขึ้นรูป	ความลึก	อัตราป้อน	ความเร็วตัด
หยาบ	มาก	มาก	ต่ำ
ละเอียด	น้อย	น้อย	สูง

ตัวอย่าง ตารางมาตรฐานความเร็วตัด และอัตราป้อน สำหรับมีดกัดเอ็นมิลล์

ความเรวตัด V (ม./นาที) อัตราป้อน u (ม.ม./นาที)								
ชนิดมีดกัด	**ชนิดของมีดกัด**		**เหล็กไม่ผสม ถึง 700 N/mm**	**เหล็กผสม ถึง 750 N/mm**	**เหล็กผสม ถึง 1000N/mm**	**เหล็กหล่อ ถึง 180 HB**	**โลหะเบา**	**ทองแดงผสม**
มีดกัดตั้ง ความกว้างรอยกัด ถึง 60 ม.ม.		**มีดกัดชนิดเหล็กรอบสูง (High Speed Steel)**						
	งานปาดผิว ละเอียด ความลึก ถึง 1 ม.ม.	**V**	**22 .. 24**	**18..20**	**16...18**	**18...20**	**160..180**	**50...60**
		u	**80..100**	**60..80**	**45...55**	**90...110**	**80...100**	**110...140**
	งานปาดผิวหยาบ ความลึก ถึง 8 ม.ม.	**V**	**16 .. 18**	**14...16**	**12...14**	**14...16**	**80..100**	**30...40**
		u	**25...30**	**20...25**	**10...15**	**30...40**	**40...50**	**45...60**
		มีดกลชนิดโลหะแข็ง (Carbide)						
	งานปาดผิว ละเอียด ความลึก ถึง 1 ม.ม.	**V**	**180..240**	**140..170**	**90...110**	**150..180**	**1200**	**170...240**
		u	**240..280**	**180..240**	**150..180**	**270..330**	**240..300**	**330..420**
	งานปาดผิวหยาบ ความลึก ถึง 8 ม.ม.	**V**	**130..170**	**110..130**	**70...90**	**110...140**	**500...900**	**90...160**
		u	**90...120**	**80...100**	**40...60**	**120..160**	**160..200**	**180..240**

ตัวอย่างที่ 1 ต้องการกัดบ่าฉากที่ความลึก 5 ม.ม. วัสดุงานคือ เหล็กหล่อ วัสดุมีดกัดคือ โลหะแข็ง (คาร์ไบด์) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 ม.ม. จงหาค่า**ความเร็ว**ตัดและอัตราป้อนในงานกัดหยาบและกัดละเอีย จากตาราง

จากตาราง ในงานกัดหยาบ เลือกใช้ค่าความเร็วตัด 110 – 140 เมตร/นาที และใช้อัตราป้ น 120 -160 ม.ม./นาที และในงานกัดละเอียด เลือกใช้ค่าความเร็วตัด 150 – 180 เมตร/นาที และใช้อัตราป้อน 270 - 330 ม.ม./นาที

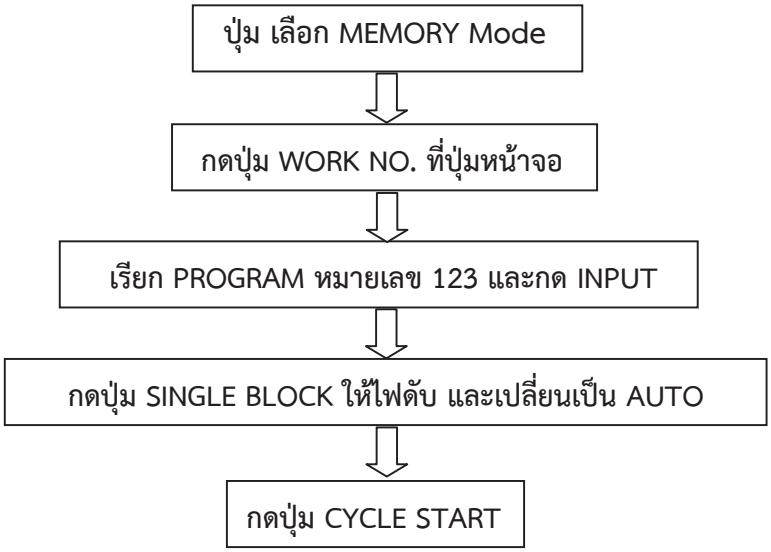
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1 (CNC Milling Operation Basic Course) รหัสหลักสูตร 0920082091101	ใบข้อมูล (ปฏิบัติ) **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 8.1**

9. การกัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

9.1 ขั้นตอนการกัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

ภายหลังจากการทำการกัดชิ้นงานใน Single Block Mode และตรวจสอบแก้ไขจนได้รูปทรงและขนาดของชิ้นงานถูกต้องตามแบบกำหนดแล้ว จึงให้เครื่องกัดซีเอ็นซีทำงานอย่างอัตโนมัติเป็นขั้นตอนสุดท้ายด้วยการปิดสวิทช์ใน Mode Single Block เครื่องกัดซีเอ็นซีก็จะทำงานแบบอัตโนมัติ

แผนภูมิแสดงขั้นตอนเดินเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบอัตโนมัติ กด



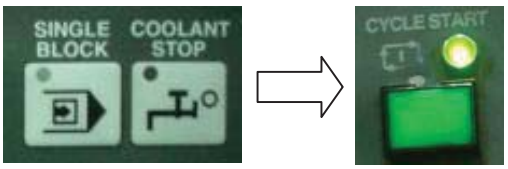
หมายเหตุ : ขั้นตอนเดินเครื่องกัดซีเอ็นซีแบบอัตโนมัตินี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 8.1**

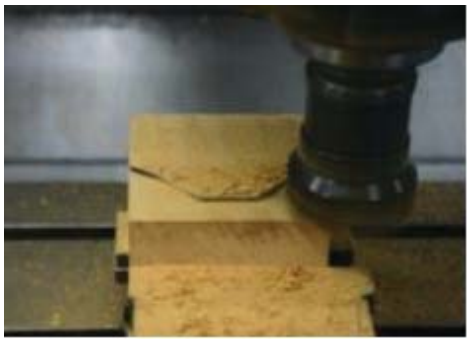
รูปแสดงขั้นตอนการกัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)
(จากโปรแกรมตัวอย่าง เรื่อง การเขียนโปรแกรมงานกัด CNC1)

1. กดปุ่ม เลือก MEMORY Mode ==> และกดปุ่ม WORK NO. ==> เรียกโปรแกรม 123 ==> INPUT

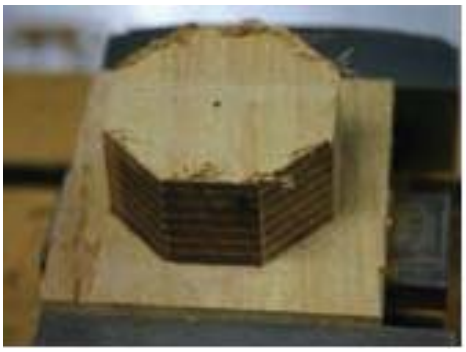
2. กดปุ่ม SINGLE BLOCK ==> CYCLE START



3. มีดกัดปาดหน้าและกัดรูปทรงแปดเหลี่ยมตามโปรแกรม



4. การกัดรูปแปดเหลี่ยม (กัดหยาบ)



5. กัดรูปโค้ง

6. กัดรูปทรงละเอียด

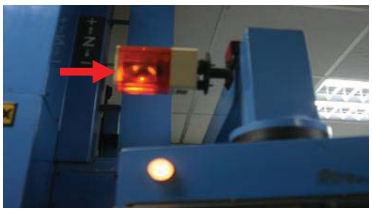
	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบข้อมูล** **(ปฏิบัติ)** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 8.1**

7. เจาะรู Ø12 มม.

8. กัดบ่าฉาก

9. กัดเสร็จทุกบล็อกเป็นรูปทรงของชิ้นงานที่ต้องการแล้ว

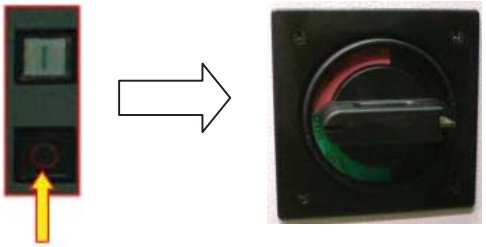
10. ไฟบนหัวเครื่องจะติดแสดงว่า เครื่องกัดทำงานเสร็จสิ้นสมบูรณ์แล้ว ให้ทำการถอดเอาชิ้นงานออก



11. รูปชิ้นงานสำเร็จ

12. เช็ด-ทำความสะอาดและชโลมด้วยน้ำมันหล่อลื่นบนชิ้นส่วนต่างๆ ภายในเครื่องจักร เช่น โต๊ะงาน, สปินเดิ้ล, Slide cover และอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานต่างๆ

13. กดปุ่ม HOME และเลื่อนแกน X, Y, Z เข้า HOME
- ปิดประตูเครื่องจักร
- กดปุ่ม POWER OFF ที่แผงควบคุม
- บิด MAIN SWITCH ไปตำแหน่ง OFF



	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 1.1 – 9.1**

ข้อ 1. ให้ผู้เรียนนำโปรแกรมงานกัดซีเอ็นซี ที่ได้ทำในใบงาน หัวข้อวิชา การเขียนโปรแกรมเครื่องกัด CNC 1 มา**ปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงานกัด**ซีเอ็นซี ตั้งแต่ลำดับขั้นตอนที่ 1-9 ดังนี้

1) ปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Zero Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
2) **ปฏิบัติการติดตั้งเครื่องมือตัด**
3) **ปฏิบัติการตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงาน**
4) **ปฏิบัติการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีมีดกัด** (มีดหลัก)
5) **ปฏิบัติการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีมีดกัด** (มีดอื่นๆ)
6) **ปฏิบัติการทดลองเดินเครื่องตัวเปล่า** (Dry Run)
7) ปฏิบัติการเดินเครื่องกัด**แบบทำงานทีละบรรทัด** (Single Block Mode)
8) ปฏิบัติการตรวจสอบ**ขนาดชิ้นงานและ**แก้ไขโปรแกรม
9) **ปฏิบัติการเดินเครื่องกัดแบบอัตโนมัติ** (Auto Mode)

ครุภัณฑ์/เครื่องมือ/วัสดุ/อุปกรณ์

- เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) /อลูมิเนียม

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 2.1 – 9.1**

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน :

1) ปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Zero Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)
2) ปฏิบัติการติดตั้งเครื่องมือตัด
3) ปฏิบัติการตั้งจุดศูนย์ของชิ้นงาน
4) ปฏิบัติการวัดหรือกำหนดค่าความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัด
5) ปฏิบัติการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีเครื่องมือตัด
6) ปฏิบัติการทดลองเดินเครื่องตัวเปล่า (Dry Run)
7) ปฏิบัติการเดินเครื่องกัดแบบทำงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)
8) ปฏิบัติการตรวจสอบขนาดชิ้นงานและแก้ไขโปรแกรม
9) ปฏิบัติการเดินเครื่องกัดแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

อุปกรณ์และเครื่องมือ : เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

วัสดุ : อลูมิเนียม

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 2.1**

2. ฝึกปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Home Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

2.1 การปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Home Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling)

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. เปิด MAIN SWITCH เครื่องกัดและกดปุ่ม POWER ON ที่แผงควบคุม	-	-
2. เลือกโหมด Zero point Return	- โดยกดปุ่ม HOME	-
3. กดปุ่ม -X, -Y, -Z	- เพื่อให้โต๊ะงานและชุดเพลาขับเลื่อนออกจากจุดอ้างอิง - แล้วแกนจะเคลื่อนที่กลับจุดศูนย์ของเครื่องในทิศทางบวก (+)	-
4. ไฟ LED ติดที่แกน X, Y และ Z		-
ถ้าแกนไม่เคลื่อนที่กลับจุดศูนย์ของเครื่องหรือไฟ LED ไม่ติดที่แกน X, Y และ Z ให้ปฏิบัติ ดังนี้		-
3. กดปุ่ม +X, +Y และ +Z	- เพื่อให้โต๊ะงานและชุดเพลาขับเคลื่อนที่ในทิศทางบวก (+) - รอจนไฟ LED ติดที่แกน X, Y และ Z	-
4. รอจนไฟ LED ติดที่แกน X, Y และ Z	-	-
	-	-
	-	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนการฝึกปฏิบัติการเข้าจุดอ้างอิง (Home Position) ของเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling) นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 3.1**

3. การประกอบติดตั้งเครื่องมือตัดบนชุดติดตั้ง (Magazine)

3.1 การติดตั้งเครื่องมือตัดบนชุดติดตั้ง (Turret)

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. เลือกแมนนวล (Manual)โหมด	- กดปุ่ม HOME, RAPID, หรือ HANDLE	-
2. ใช้มือซ้ายจับ Tool Holder	-	- ให้จับบริเวณส่วนหัวของ Tool Holder ห้ามจับบริเวณเรียว
3. เลื่อนให้เรียวของ Tool Holder อยู่ในเรียวของเพลากัด	- เลื่อนให้เรียวทั้งสองใกล้กันมากที่สุด	-
4. ใช้มือขวากดปุ่ม Tool Clamp	- ให้ใช้มือขวากดปุ่ม Tool Clamp ค้างไว้ จนกระทั่ง Tool Holder ถูกจับยึดเสร็จสิ้น แล้วจึงปล่อย	- ในระหว่างติดตั้งห้ามปล่อยมือออกจาก Tool Holder เพราะจะทำให้ Tool Holder ตกกระแทกโต๊ะงานได้ หากระบบ Tool Clamp ไม่ทำงาน
5. ทดสอบว่าจับยึดแน่นหรือไม่	-	- ใช้มือซ้ายค่อยๆ ประคอง Tool Holder และค่อยๆ ปล่อย ถ้า Tool Holder ไม่ตก แสดงว่าเพลากัดจับยึด Tool Holder สำเร็จแล้ว

หมายเหตุ : ขั้นตอนการฝึกติดตั้งเครื่องมือตัดบนชุดติดตั้ง (Turret) นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา** 0920921104 **งานย่อยที่ 4.4**

4. การกำหนดชิ้นงานจุดศูนย์ชิ้งงาน (Work Piece Zero Point)

4.4 การใช้ TOOL MASTER หาศูนย์ชิ้นงานบนระนาบแกน X, Y และแกน Z (Pre-Set Tool) และการป้อนข้อมูลเครื่องมือตัด

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ปรับปุ่ม Mode มาที่ MDI	-	-
2. กด Program	-	-
3. เรียกมีดกัดที่ต้องการเป็น Master Tool	- เช่น T03 M06	-
4. สั่งให้เพลากัดหมุน ด้วย S... M03	- เช่น S1200 M03	-
5. เลื่อนปลายมีดมาที่ตำแหน่งต้องให้เป็นจุดศูนย์ของชิ้นงานทั้งแกน X, Y, Z	-	-
6. กดปุ่ม POS และปุ่ม ALL และจดค่าที่อ่านได้จาก Machine	- เช่น **X -452.891, Y -246.959, Z – 245.493**	-
7. กด Menu Offset และเลื่อน Cursor มาที่ G54	- เช่น กำหนดหมายเลขคำสั่งกำหนดจุดศูนย์โปรแกรมที่ G54	-
8. ป้อนค่า X, Y, Z ที่จดไว้มาใส่ใน G54	- เช่น G54 X -452.891 กด Input Y -246.959 กด Input Z -245.493 กด Input	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนการฝึกการกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงาน (Work Piece Zero Point)นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้ ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 5.1**

5. การปรับตั้งค่าชดเชยความยาวมีดกัดและรัศมีมีดกัด

5.1 การวัดหรือกำหนดค่าความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัด

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. เรียก TOOL (โหมด MDI) หรือใส่ทูลที่ต้องการวัดค่าที่ชุดเพลาขับ	-	-
2. เลื่อนทูลมาสัมผัสกับผิวบนของเกจบล็อคหรือชิ้นงาน	- เมื่อปลายมีดใกล้ผิวงานแล้ว ให้ปรับความเร็วในการเคลื่อนที่ช้าๆ หรือใช้ Handle และปรับสเกลมาที่ 0.001/ขีด-	- ระวังมีดชนผิวงาน
3. กดปุ่ม TOOL DATA	-	-
4. กดปุ่ม LENGTH TEACH	-	-
5. ป้อนค่าความสูงของเกจบล็อคหรือชิ้นงาน	-	-
6. กดปุ่ม INPUT	- จะปรากฏค่าความยาวทูลอัตโนมัติ	
7. เลื่อน Cursor มาที่ช่อง ACT-Ø	-	-
8. ป้อนค่าความโตมีดกัด	-	-
10. กดปุ่ม INPUT	- จะปรากฏค่าความโตทูล	-
	- มีดกัด T03 ค่าชดเชยความยาวมีดใช้หมายเลขชดเชย H03 และเลือกใช้ค่าชดเชยรัศมีมีดหมายเลขใดก็ได้ เช่น D19	

หมายเหตุ : ขั้นตอนการวัดหรือกำหนดค่าความยาวและค่ารัศมีเครื่องมือตัดนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 5.2**

5.2 การปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีเครื่องมือตัด

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. กดปุ่ม TOOL DATA	-	-
2. ป้อนค่าหมายเลขชดเชยความโตทูลที่ช่อง ACT-Ø COR. => NO. ☐	-	-
3. กดปุ่ม INPUT	-	-
4. ป้อนค่าหมายเลขชดเชยความยาวทูลที่ช่อง LENG. COR. => NO. ☐	-	-
5. กดปุ่ม INPUT	-	-
6. กดปุ่ม TOOL OFFSET	-	-
7. ป้อนค่าชดเชย (OFFSET) ความโตและความยาวทูลที่ช่อง NO. ☐ ที่ต้องการ	-	-
8. กดปุ่ม INPUT	-	-
9. ป้อนค่าชดเชยรัศมีมีด	-	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนการปรับตั้งค่าชดเชยความยาวและรัศมีเครื่องมือตัดนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 6.1**

6. การจำลองการกัดชิ้นงาน (Dry Run)

6.1 การทดลองเดินเครื่องตัวเปล่าด้วย Mode Dry Run

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ปิดประตูและโยกสวิตช์กุญแจ MACHINE => OFF	-	-
2. กดปุ่ม เลือก MEMORY Mode	-	-
3. กดปุ่ม WORK NO. ที่ปุ่มหน้าจอ	-	-
4. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 1234 และกด INPUT	- พิมพ์ 1234 - กด INPUT	-
5. ยกแกน Z ขึ้น Z100.00 ให้พ้นงาน	- เช่น ต้องการให้ปลายมีดลอยอยู่เหนือผิวหน้างาน 100 ม.ม. - กดปุ่ม WORK OFFSET - เลื่อนคอร์เซอร์มาที่ No.00(SHIFT) และมาที่ Z -พิมพ์ 100.00 แล้วกด INPUT	- ควรพิจารณาค่าความลึกสูงสุดที่ตัดเฉือนในโปรแกรม เช่น Z -50 ควร Shift ค่า Z เป็น 100 ม.ม. เพื่อป้องกันการชนชิ้นงาน
6. กดปุ่ม POSITION และ PROGRAM MONITOR ที่ปุ่มหน้าจอ	- เพื่อดูโปรแกรมและตำแหน่งการเคลื่อนที่ของทูล	-
7. กดปุ่ม DRYRUN และ SINGLE BLOCK	- เมื่อใช้โหมด Single Block เครื่องจะทำงานที่ละบรรทัด	-
8. กดปุ่ม CYCLE START	- เมื่อเครื่องทำงานบล็อกนั้นจบแล้ว หากจะทำงานบล็อกต่อไปให้กด Single Block	- ในระหว่างเครื่องทำงาน ให้คอยสังเกตการณ์เคลื่อนที่ของมีดกัด และโต๊ะงาน อย่างใกล้ชิด

หมายเหตุ : ขั้นตอนการจำลองการกัดชิ้นงาน (Dry Run)นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 7.1**

7. การกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)

7.1 ขั้นตอนการกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. กดปุ่ม เลือก MEMORY Mode	-	-
2. กดปุ่ม WORK NO. ที่ปุ่มหน้าจอ	-	-
3. ป้อนหมายเลขโปรแกรม เช่น 1234 และกด INPUT	- พิมพ์ 1234 - กด INPUT	-
4. ยกเลิกการชดเชยแกน Z ที่ WORK OFFSET => No.00(SHIFT) Z= 0.00	- กดปุ่ม WORK OFFSET - เลื่อนคอร์เซอร์มาที่ No.00(SHIFT) และมาที่ Z -พิมพ์ 0.0 แล้วกด INPUT	-
5. กดปุ่ม POSITION และ PROGRAM MONITOR ที่ปุ่มหน้าจอ	- เพื่อดูโปรแกรมและตำแหน่งการเคลื่อนที่ของทูล	-
6. กดปุ่ม SINGLE BLOCK	- เมื่อใช้โหมด Single Block เครื่องจะทำงานที่ละบรรทัด	-
7. กดปุ่ม CYCLE START	- เมื่อเครื่องทำงานบล็อกนั้นจบแล้ว หากจะทำงานบล็อกต่อไปให้กด Single Block	- ในระหว่างเครื่องทำงาน ให้ควบคุมการทำงานอย่างใกล้ชิด

หมายเหตุ : ขั้นตอนการกัดชิ้นงานทีละบรรทัด (Single Block Mode)นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 8.1**

8. การตรวจสอบขนาดชิ้นงานและแก้ไขโปรแกรม

8.1 วิธีการตรวจสอบขนาดชิ้นงานและแก้ไขโปรแกรม

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. ตรวจวัดขนาดชิ้นงานว่าตรงตามแบบกำหนดหรือไม่	-ตรวจวัดขนาดชิ้นงานว่ามีขนาดตรงกับแบบกำหนดหรือไม่ หรือมีคุณภาพผิวตรงตามแบบกำหนดหรือไม่ โดยใช้เครื่องมือวัด เช่น เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ หรือไมโครมิเตอร์ ทำการวัดขนาดทุกๆ จุดให้ตรงกับแบบงาน	- ผู้ปฏิบัติอาจสร้างใบตรวจ-สอบขนาดและบันทึกผลการวัดในจุดต่างๆ ลงไป เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดพลาดทางขนาดที่เกิดขึ้น
2. กดปุ่ม PROGRAM ที่ปุ่มหน้าจอ	-	-
3. กดปุ่ม WORK NO. ที่ปุ่มหน้าจอ	-	-
4. เรียก PROGRAM ที่ต้องการแก้ไข	- เช่นหมายเลข 1234 - พิมพ์ 1234 และกด INPUT	-
5. กดปุ่ม PROGRAM EDIT	-	
6. ดำเนินการแก้ไข	- เลื่อนคอร์เซอร์มาที่บล็อก และคำที่ต้องการแก้ไข - พิมพ์คำที่ต้องการแก้ไข - กดปุ่ม PROGRAM COMPLETE เพื่อบันทึกข้อมูล	-
7. ตรวจสอบโปรแกรม	- เมื่อแก้ไขโปรแกรมเสร็จแล้วให้ตรวจ-สอบความถูกต้องของโปรแกรม	-

หมายเหตุ : ขั้นตอนการตรวจสอบขนาดชิ้นงานและแก้ไขโปรแกรมนี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

	หลักสูตรการฝึกยกระดับฝีมือ **สาขา ช่างควบคุมเครื่องกัด CNC ระดับ 1** **(CNC Milling Operation Basic Course)** **รหัสหลักสูตร 0920082091101**	**ใบขั้นตอนการปฏิบัติงาน** **หัวข้อวิชา** การกัดชิ้นงานด้วยเครื่องกัด CNC 1 **รหัสวิชา 0920921104** **งานย่อยที่ 9.1**

9. การกัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

9.1 ขั้นตอนการกัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode)

ขั้นตอนการปฏิบัติ	คำอธิบาย	ข้อควรระวัง
1. กดปุ่ม เลือก MEMORY Mode	-	-
2. กดปุ่ม WORK NO. ที่ปุ่มหน้าจอ	-	-
3. เรียกหมายเลขโปรแกรม เช่น 1234 และกด INPUT	- พิมพ์ 1234 - กด Input	-
4. กดปุ่ม POSITION และ PROGRAM MONITOR ที่ปุ่มหน้าจอ	- การจะงานของเครื่องกัดจะทำงานอย่างอัตโนมัติ	-
5. ปลด Single Block ให้ไฟดับ	- เครื่องกลึงจะทำงานอย่างอัตโนมัติ	-
6. กด Cycle Start	- เครื่องกัดจะทำงานอย่างอัตโนมัติจนจบโปรแกรม	- ในระหว่างเครื่องทำงาน ให้ควบคุมการทำงานอย่างใกล้ชิด

หมายเหตุ : ขั้นตอนการกัดชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Auto Mode) นี้ สามารถใช้เป็นแนวทางปฏิบัติกับเครื่องกัดซีเอ็นซีที่ใช้ระบบควบคุมอื่นๆ ได้
ผู้ปฏิบัติควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นตอนจากคู่มือเครื่องกัดซีเอ็นซีในรุ่นนั้นๆ

บรรณานุกรม

1. สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์, (2550).**คู่มือการฝึกอบรม C22T3G07 เครื่องจักรกล CNC เพื่อทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์.** โครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ สมาคมอุตสาหกรรมแม่พิมพ์
2. เชาวลิต ถาวรสิน.(2538) **เทคนิคการเขียนโปรแกรม.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,
3. เชาวลิต ถาวรสิน.(2550) **คู่มือปฏิบัติงานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี.** ศูนย์ผลิตตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ
4.เชาวลิต ถาวรสิน(2538) **เทคโนโลยีการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี** กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
5. ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน. (ม.ป.ป) **ชุดสื่อการเรียนการสอน (IMP) งานกัด CNC.** สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพ
6. **Mechanical Manual** CNC MAZAK FJV 250.

คณะผู้ดำเนินการ

คณะที่ปรึกษา

นายนคร ศิลปอาชา	อธิบดีกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
นายสุรเดช วลีอิทธิกุล	รองอธิบดีกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
นายสันโดษ เต็มแสวงเลิศ	ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาผู้ฝึกและเทคโนโลยีการฝึก
นางสาวเกยูร คณารุ่งเรือง	ผู้อำนวยการกลุ่มงานพัฒนาหลักสูตรและเทคโนโลยีการฝึก

คณะผู้ตรวจสอบความถูกต้อง

นายเดช พึ่งขยาย	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นางวรนิภา จินาชาญ	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายคมธัช รัตนคช	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายนที ราชฉวาง	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายไพฑูรย์ ถิ่นสูง	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายธงชัย จิตต์หาญ	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายหาญชัย ขุนณรงค์	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายสมเกียรติ อู่เงิน	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ
นายไพศาล สุราสา	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานปฏิบัติการ
นายปฏิญญา สารสุวรรณ	ครูฝึกฝีมือแรงงาน ระดับ2

ผู้ประสานงาน

นายจักรวาล ทิพย์มาลัย	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ

ผู้จัดทำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี