การทดลองกัดชิ้นงานโดยใช้เครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC)

1.วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้เข้าใจและมีพื้นฐานในการเขียน NC Code (G Code, M Code) เพื่อควบคุมเครื่องจักร CNC
2) เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการเตรียมชิ้นงาน การกำหนดค่าพื้นฐานต่างๆ ที่จำเป็นในการใช้เครื่องจักร CNC
3) เพื่อให้สามารถกัดชิ้นงานพื้นฐานด้วยเครื่องจักร CNC ได้

2.ทฤษฎี

2.1 เครื่องจักร CNC

เครื่องจักรกลการผลิตขั้นพื้นฐานที่สำคัญในการผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ เครื่องกลึง เครื่องไส และเครื่องกัด เป็นต้น

รูปที่ 1 เครื่องจักรกล CNC

เครื่องจักรดังกล่าวมีบทบาทในการพัฒนาอุตสาหกรรมและเป็นเครื่องจักรกลที่จำเป็นในโรงงานต่าง ๆ เพื่อการสร้างชิ้นงาน ในอุตสาหกรรมการผลิตที่ต้องการความเที่ยงตรง แม่นยำและความสม่ำเสมอของชิ้นงาน คอมพิวเตอร์ได้มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทำงานของเครื่องและช่วยเพิ่มผลผลิต ในขณะเดียวกัน ความสามารถในการโปรแกรม เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เครื่องจักรกลการผลิตที่มีคอมพิวเตอร์ควบคุมเรียกว่า เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC) โดยแยกตามประเภทของเครื่องได้เป็น เครื่องกลึงซีเอ็นซี และเครื่องกัดซีเอ็นซี เป็นต้น

เครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC) ย่อมาจาก Computer Numerical Control คือเครื่องจักรกลการผลิตที่คอมพิวเตอร์ หรือ ไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับใช้ควบคุมการทำงาน โดยมี

อักษร C ย่อมาจาก Computer หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

อักษร N ย่อมาจาก Numerical หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษร หรือ โค้ด เช่น A, B, C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่นๆ เครื่องหมาย + หรือ - เป็นต้น

อักษร C ย่อมาจาก Control หมายถึง การควบคุมโดยกำหนดค่า หรือตำแหน่งจริงที่ต้องการ เพื่อให้เครื่องจักรกลทำงาน ให้ได้ค่าตามที่กำหนด

ดังนั้นเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จะมีคอมพิวเตอร์ที่สามารถเข้าใจตัวเลขและอักษรหรือโปรแกรมที่ป้อน และในขณะเดียวกันจะใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมเครื่องจักรจากคำสั่งหรือโค้ดในโปรแกรมที่ป้อนให้

2.1.1 องค์ประกอบของเครื่องจักรกล

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วนหลักดังนี้

1) ชุดควบคุม

ชุดควบคุมหรือคอนโทรลเลอร์ ของเครื่องจักรซีเอ็นซี เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บโปรแกรม (Store) และแก้ไขดัดแปลงโปรแกรม (Edit) ได้ คอมพิวเตอร์เข้าใจโปรแกรมที่ป้อนและทำการควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานตามคำสั่งในโปรแกรม (โปรแกรมเอ็นซี)

2) กลไกการเคลื่อนที่

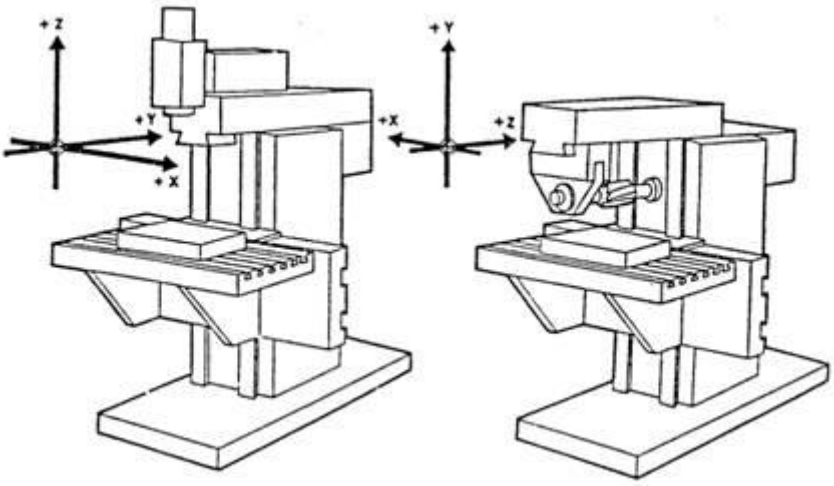
กลไกการเคลื่อนที่ ได้แก่ ฟีดมอเตอร์ (Feed Motor) ซึ่งเป็นเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ควบคุมการเคลื่อนที่ของแกนต่าง ๆ ได้ โดยใช้บอลสกรู (Ball Screw) แปลงการเคลื่อนที่เชิงมุม (Angular Motion) เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion) โดยมีตำแหน่งหรือระยะทางการเคลื่อนที่และความเร็วถูกควบคุมโดยรับสัญญาณจากคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้จะมีรางนำทาง (Guide Way) รองรับการเคลื่อนที่ที่แกนต่าง ๆ

3) ตัวเครื่องจักรกล

ตัวเครื่องจักรกลคือ โครงสร้างที่ประกอบเป็นรูปร่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานตามประเภทของเครื่องจักรนั้นๆ ตัวเครื่องจักรมีส่วนประกอบหลักเช่น แท่นเครื่อง แท่นติดสปินเดิล (Spindle Head) และมอเตอร์สปินเดิล (Spindle Motor) เป็นต้น

2.1.2 การอ้างอิงระบบแกน

เครื่องจักรซีเอ็นซีแบบ 3 แกนจะมีการอ้างอิงระบบแกนในแบบคาร์ทีเซียน 3 มิติ โดย ทั่วไปจะออกแบบให้โต๊ะงานเคลื่อนที่ในแกน X และ Y ส่วนแกน Z จะเป็นส่วนของ Spindle ที่เป็นส่วนเคลื่อนที่ด้วยเหตุผลด้านขนาดและความมั่นคงของเครื่องจักร โดยการอ้างอิงแกนจะยึดการเคลื่อนที่ของ Spindle เป็นหลัก ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การอ้างอิงระบบแบบ 3 แกน

2.2 องค์ประกอบของโปรแกรม

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้น ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งเป็นภาษาที่ระบบควบคุมเข้าใจ สำหรับกลุ่มโค้ดหลักที่ใช้ในโปรแกรม NC ได้แก่ G Code และ M Code ซึ่งเป็นมาตรฐานในการควบคุมการทำงานซึ่งประกอบด้วย

1) ตัวอักษร (character) เพื่อกำหนดลักษณะการทำงานหรือกำหนดเงื่อนไข (ตารางที่ 1) ซึ่งจะอยู่ด้านหน้าของคำสั่งย่อยที่เรียกว่า word

2) คำ (word) เป็นกลุ่มของตัวอักษร ที่ประกอบขึ้นเพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงาน

3) บล็อก (Block) เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี เป็นการนำ word หลาย ๆ คำมาประกอบกัน เช่น N10 G90 G80 G17 บล็อกนี้มี 4 word

N15 G01 X1.0 Y1.5 G18 บล็อกนี้มี 5 word

4) โปรแกรม (program) เป็นการรวมหลาย ๆ บล็อก ที่เขียนตามลำดับการทำงานเพื่อให้ เครื่องซีเอ็นซีทำงานตามขั้นตอนให้ได้ชิ้นงานตามที่กำหนด

ตารางที่ 1. ลักษณะการใช้งานของ Character ตามมาตรฐานของ EIA RS-274 B (อาจแตกต่างกันตามยี่ห้อ)

ตัวอักษร (character)	การใช้งานและความหมาย
A	การหมุนรอบแนวแกน X
B	การหมุนรอบแนวแกน Y
C	การหมุนรอบแนวแกน Z
D	(1) การหมุนรอบแนวแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สาม
E	(1) หมุนรอบแกนพิเศษ (2) อัตราป้อนที่สอง
F	อัตราป้อน
G	การจัดเตรียมการทำงาน
H	ไม่ระบุ

I	(1) ขนาดรอบแนวแกน X ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน X
J	(1) ขนาดรอบแนวแกน Y ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน Y
K	(1) ขนาดรอบแนวแกน Z ของจุดศูนย์กลางวงกลม (2) ระยะพิทของเกลียวที่ขนานแนวแกน Z
L	ไม่กำหนด
M	คำสั่งช่วยการทำงาน
N	หมายเลขบรรทัดในโปรแกรม
O	ไม่กำหนด
P	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน X
Q	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน Y
R	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 3 ที่ขนานกับแนวแกน Z
S	ความเร็วรอบของเพลาจับเครื่องมือตัด
T	เรียกเครื่องมือตัด
U	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน X
V	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน Y
W	การเคลื่อนที่ของแนวแกนที่ 2 ที่ขนานกับแนวแกน Z
X	การเคลื่อนที่ในแนวแกน X
Y	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Y
Z	การเคลื่อนที่ในแนวแกน Z

รหัส G Code

G Code เป็นคำสั่งที่ทำให้ระบบควบคุมหรือคอนโทรลเลอร์สั่งการให้เครื่องจักรกล CNC ทำการไส กัดหรือกลึงชิ้นงานให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตตามความต้องการ โดยการกระทำดังกล่าวคอนโทรลเลอร์จำเป็นต้องทราบทิศทางและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง หรือเส้นโค้งวงกลม หน่วยความยาวที่ใช้ และการบอกตำแหน่งการเคลื่อนที่แบบ Absolute หรือ Increment เป็นต้น

รหัส M Code

นอกจาก G Code แล้ว จะต้องมีคำสั่งอื่นๆ อีกที่เครื่องจักรกล CNC ต้องใช้ในกระบวนการไส กัดหรือกลึงชิ้นงานให้เป็นรูปทรงเรขาคณิตตามความต้องการต่างๆ เช่น การสั่งให้มือจับเครื่องมือ(Spindle) หมุนหรือยุดหมุนในทิศทางที่ต้องการ การเปลี่ยนเครื่องมือ (Tool) การเปิดปิดน้ำหล่อเย็น(Coolant) การหยุดโปรแกรม เป็นต้น โดยคำสั่งเหล่านี้กำหนดให้ใช้เป็น M Code

ตารางที่ 2. ตัวอย่างรหัส G Code และ M Code

ตัวอย่างรหัส G เพื่อเตรียมการทำงานสำหรับงานกัด	**ตัวอย่างรหัส M** เพื่อโปรแกรมให้เครื่องจักรกระทำการบางอย่างที่พิเศษ
G00 การเคลื่อนที่เร็ว G01 ลิเนียร์อินเตอร์โพเลชัน (การเคลื่อนที่เชิงเส้นและมีการป้อน) G02 เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (circular interpolation) (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้องกัน)	M00 หยุดโปรแกรม M01 หยุดโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข M02 จบโปรแกรม M03 หัวจับหมุนตามเข็มนาฬิกา

ตามเข็มนาฬิกา G03 เซอร์คิวลาร์อินเตอร์โพเลชัน (circular interpolation) (การเคลื่อนที่เป็นแนวโค้งและมีการป้องกัน) ทวนเข็มนาฬิกา G17 การเลือกระนาบ XY G18 การเลือกระนาบ XZ G19 การเลือกระนาบ ZY G28 การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง G40 ยกเลิกการชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัด G41 การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านซ้าย G42 การชดเชยขนาดรัศมีของเครื่องมือตัดทางด้านขวา G43 การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด ค่าบวก G44 การชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด ค่าลบ G49 ยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด G54 ปรับตั้งโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน G70 ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นนิ้ว G71 ป้อนข้อมูลที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร G76-79 ไม่มีการกำหนดไว้ G80 ยกเลิกการทำไซเกิล G81 เจาะไซเกิล G83 เจาะไซเกิลรูลึก G84 การต๊าปเกลียวขวาแบบไซเกิล (right hand tapping canned cycle) G85 การคว้านรู G90 การให้ตำแหน่งในแบบสัมบูรณ์ G91 การให้ตำแหน่งแบบอินครีเมนทอล (Incremental) G92 การตั้งค่ารีจีสเตอร์หรือตั้งค่าซีโร่ชิฟต์ G99 การเลื่อนกลับไปยังจุดอ้างอิง	M04 หัวจับหมุนทวนเข็มนาฬิกา M05 หัวจับหยุด M06 เปลี่ยนเครื่องมือ M07 เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดมาก) M08 เปิดหล่อน้ำเย็น (เปิดน้อย) M09 ปิดหล่อน้ำเย็น M10 การล็อคโดยอัตโนมัติ M11 การคลายล็อคโดยอัตโนมัติ M30 สิ้นสุดโปรแกรม M98 เรียกโปรแกรมย่อย M99 จบโปรแกรมย่อยและกลับไปยังโปรแกรมหลัก

3. เครื่องมือและวัสดุ

1) เครื่องกัด CNC

2) แผ่นอะลูมิเนียม

4. การทดลอง

จะเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการกัดชิ้นงานจริงด้วย NC Code ที่เขียนมาจากโปรแกรม CAD/CAM รวมทั้งการศึกษาความหมายของคำสั่ง NC Code ดังกล่าวโดยมีขั้นตอนดังนี้

1) ทำการจับยึดชิ้นงานทดลองที่เตรียมไว้เข้ากับฐานจับชิ้นงานของเครื่อง

2) ทำการกำหนดจุดเริ่มต้นการทำงานของเครื่องบนชิ้นทดลอง โดยกำหนดให้จุดเริ่มต้นอยู่บริเวณผิวด้านบนในตำแหน่งจุดกึ่งกลางของชิ้นงาน

3) ทำการโหลด G Code จากคอมพิวเตอร์เพื่อเข้าสู่ชุดควบคุมของเครื่อง

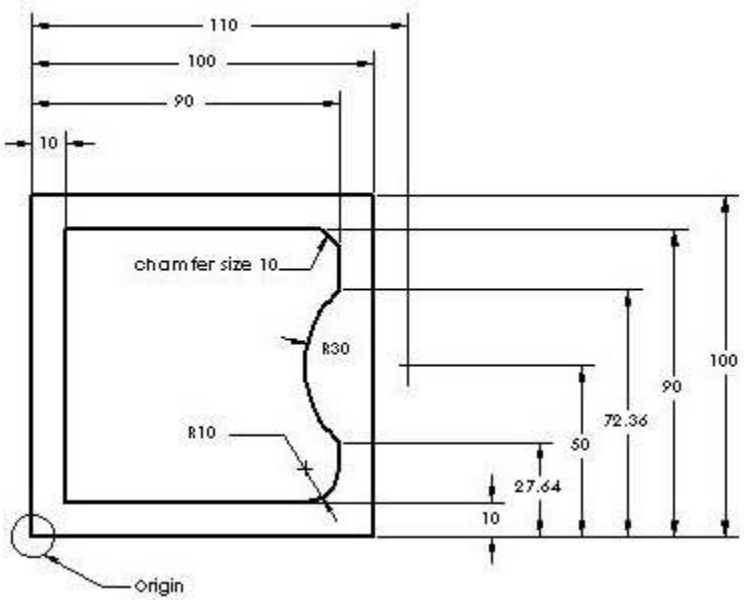
4) ทำการจำลองรัน G Code ดังกล่าวเพื่อตรวจสอบปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการกัดชิ้นงานจริง

5) หลังจากนั้นสั่งให้เครื่องทำการกัดชิ้นงานทดสอบดังกล่าว ในระหว่างการกัดชิ้นงานดังกล่าวให้สังเกตลักษณะการทำงานของเครื่องประกอบกับส่วนของโปรแกรม รอจนเสร็จ แล้วค่อยคลายแท่นจับยึดชิ้นงานเพื่อนำชิ้นงานทดสอบออกมาจากตัวเครื่อง

5. การวิเคราะห์

ทำการสังเกตลักษณะการทำงานของเครื่องประกอบกับในส่วนของโปรแกรมที่เขียนมาจากโปรแกรม CAD/CAM ดังกล่าว แล้วทำการอธิบาย NC Code ดังกล่าวจนครบทุก Block ที่กำหนดให้

<u>ตัวอย่าง</u> การเขียนโปรแกรมด้วย คำสั่งของ HAIDENHAIN



(Endmill DIA 12 mm.Milling depth 0.5 mm WP thickness 10 mm.)

0 BEGIN PGM TEST MM	หัวโปรแกรม
1 BLK FORM 0.1 Z X+0 Y+0 Z-10	การกำหนด minimum point
2 BLK FORM 0.2 X+100 Y+100 Z+0	การกำหนด maximum point
3 TOOL CALL 1 Z S1200	เลือกใช้ tool หมายเลข 1 ความเร็วหัวกัด 1200 รอบ/ นาที
4 L X-50 Y-50 Z+50 R0 F MAX M13	ทำการเคลื่อนที่หัวกัดไปยังพิกัด โดยอ้างอิงที่ตำแหน่งศูนย์กลางดอกกัดด้วยความเร็วสูงสุดและเปิดให้หัวกัดหมุนพร้อมเปิดน้ำหล่อเย็น
5 L X-10 Y+0 Z-0.5 F MAX	ทำการเคลื่อนที่หัวกัดไปยังพิกัด ด้วยความเร็วสูงสุด
6 L X+10 Y+10 RL F200	เข้ากัดชิ้นงานด้วยความเร็ว 200 มม./นาที โดยชดเชยรัศมี tool ด้านซ้าย
7 L Y+90	กัดชิ้นงานไปยังพิกัดด้วยความเร็ว 200 มม./นาที

8 L X+90	กัดชิ้นงานไปยังพิกัดด้วยความเร็ว 200 มม./นาที (ด้านประกอบมุมด้านที่ 1)
9 CHF 10	คำสั่งลบมุมเป็นเส้นตรงขนาด 10 มม.
10 L Y+72.36	กัดชิ้นงานไปยังพิกัดด้วยความเร็ว 200 มม./นาที (ด้านประกอบมุมด้านที่ 2) (จุดเริ่มต้นของส่วนโค้ง)
11 CC X+110 Y+50	กำหนดพิกัด X Y จุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง
12 C X+90 Y+27.64 DR+ F 150	กัดชิ้นงานโค้งแบบทวนเข็มนาฬิกาไปยังพิกัดด้วยความเร็ว 150 มม./นาที (จุดสิ้นสุดของส่วนโค้ง)
13 L Y+10 F200	กัดชิ้นงานไปยังพิกัดด้วยความเร็ว 200 มม./นาที (ด้านประกอบมุมด้านที่ 1)
14 RND R10	คำสั่งลบมุมเป็นเส้นตรงขนาดรัศมี 10 มม.
15 L X-10	กัดชิ้นงานไปยังพิกัดด้วยความเร็ว 200 มม./นาที (ด้านประกอบมุมด้านที่ 2)
16 L Z+150 R0 F MAX	ยกหัวกัดขึ้นแนวแกน Z ด้วยความเร็วสูงสุด
17 M30	หยุดหัวกัด ปิดน้ำหล่อเย็น
18 END PGM TEST MM	ท้ายโปรแกรม

คำถามท้ายการทดลอง

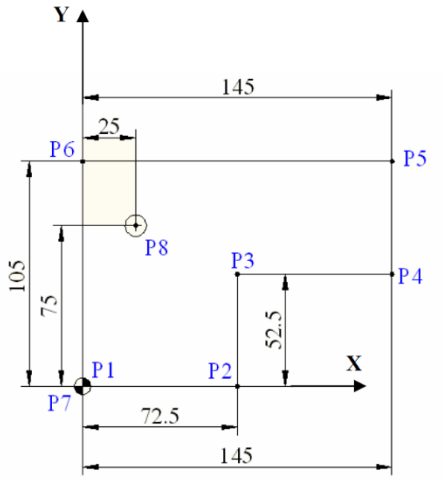
1) M-Code มีหน้าที่อย่างไร

2) G Code คืออะไร

3) ความเร็ว Feed คืออะไร

4) จงอธิบายความหมายของคำสั่ง G0 X-4.58 Y5.75 Z4.05 S1500 M3

5) จงกำหนดพิกัดแบบสัมบูรณ์แต่ละจุดของชิ้นงานต่อไปนี้



จุด	แกน X	แกน Y
P1		
P2		
P3		
P4		
P5		
P6		
P7		
P8		