

การพัฒนาเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน

development of MINI CNC MILLING 4 AXIS

ชัยยุทธ์ เนียมชาวนา¹ ปรีชา เส็งสิน² เพ็ญศิริ ทองทวี³ สุวัฐชัย วัชรถาวรศักดิ์⁴

Chaiyut Niamchaona¹ Preecha Sengsin² Pensiri Thongtawee³ Suwaschai Watcharatavorasak⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน 2) ศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ 4 แกน กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเครื่องจักร CNC จำนวน 2 ท่าน ทำการทดสอบ 2 แบบ ได้แก่ 1) ความคลาดเคลื่อนการเคลื่อนที่ตามแนวแกน X Y Z และ A (ตำแหน่งศูนย์เครื่อง) 2) ความคลาดเคลื่อนการเคลื่อนที่กัตชิ้นงานตามแนวแกน X Y (ตำแหน่งชิ้นงาน) สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย พบว่า 1) การเคลื่อนที่ของแกน X อยู่ในระดับมากที่สุด แกน Y อยู่ในระดับมาก แกน Z อยู่ในระดับมากที่สุด แกน A อยู่ในระดับมากที่สุด 2) การเคลื่อนที่กัตชิ้นงานของแกน X อยู่ในระดับปานกลาง แกน Y อยู่ในระดับมากที่สุด แกน XY อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: เครื่องกัดตั้ง เครื่องกัดแบบ 4 แกน มินิซีเอ็นซี

^{1,2} นักศึกษา สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3 จังหวัดพิษณุโลก

^{3,4} อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3 จังหวัดพิษณุโลก

Abstract

This research aims to 1) Design and develop Mini CNC Milling 4 AXIS. 2) to study the efficiency of Mini CNC Milling 4 AXIS. The samples for evaluating and testing Mini CNC Milling 4 AXIS were chosen by 2 CNC specialists. The research tools consisted of Axis movement of evaluation form. Data were statistically analyzed by mean and standard deviation.

The results of this research shows that, 1) the moment efficiency of the X,Z,A axis is the highest , and the Y-axis is high. 2) the milling efficiency of workpiece milling movement the Y axis is the highest , The X-axis is moderate, and the XY-axis is high.

Keywords: Milling machine Milling machine 4 AXIS MINI CNC

^{1 2} Students Mold & Die Technology Phitsanulok Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 3

^{3 4} Techer Mold & Die Technology Phitsanulok Technical College, Institute of Vocational Education Northern Region 3

บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างมาก มีการประดิษฐ์นวัตกรรมที่ทันสมัย ช่วยให้มนุษย์ได้รับความสะดวกสบายในการดำเนินชีวิตมากยิ่งขึ้น การทำงานด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC : Computer Numerical Controller) แต่เนื่องจากเครื่องมีขนาดใหญ่ ราคาแพง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาเครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC) ที่มีประสิทธิภาพสามารถตอบสนองต่อความต้องการของ กลุ่มอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

เครื่องจักร CNC ที่ใช้ในกลุ่มอุตสาหกรรมมีอยู่ 2 ประเภท คือ เครื่อง CNC MILLING 3 AXIS และเครื่อง CNC LATHE ซึ่งปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้นำเครื่อง CNC MILLING 4 AXIS มาใช้ในการทำงาน ทั้งนี้วิทยาลัยยังขาดเครื่อง CNC MILLING 4 AXIS ที่จะมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อยกระดับการเรียนการสอนมิให้ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นจึงออกแบบและสร้างเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกนที่ประกอบไปด้วยแกนทำงานคือแกน X Y Z A สามารถกัดชิ้นงานขนาดเล็ก ระยะแกน X เท่ากับ 400 มิลลิเมตร ระยะแกน Y เท่ากับ 600 มิลลิเมตร ระยะแกน Z เท่ากับ 200 มิลลิเมตร ระยะแกน A หมุน 360 องศา เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสามารถทำให้นักศึกษาที่ใช้งานเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน มีความรู้และทักษะในการทำงานของโปรแกรมที่ซับซ้อนมากขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน
- 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกัดตั้ง 4 ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ แกน

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เครื่องกัด CNC ขนาดเล็ก ที่เหมาะสำหรับงานกัดชิ้นงานโคมที่ไม่ต้องการกำลังในการตัดวัสดุสูงและความแม่นยำสูงมากนัก สำหรับประกอบกันเป็นแม่แบบในแบบหล่อโคมหาย โดยเริ่มจากประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักร การต่อระบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ขับเคลื่อนกับคอมพิวเตอร์ด้วยซอฟต์แวร์ Mach 3 การจำลองการกัดผ่านซอฟต์แวร์ VERICUT การทดสอบความคลาดเคลื่อนเพื่อสู่มหาสภาวะที่เหมาะสมในการกัด โดยการเดินกัดชิ้นงานโคมแบบสลัฟพื้นปลาจากการเคลื่อนที่ซ้ำกัน 5

รอบ เพื่อหาค่าตัวแปรสถานะการกัดคือ ความเร็วป้อน ความเร่งมอเตอร์และรูปแบบการเดิน กัดในแต่ละรอบที่ให้ผลความคลาดเคลื่อนจากการกัดต่ำสุด พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดในการเดินเข้าตำแหน่งเดิมเฉลี่ยในแกน X และแกน Y เท่ากับ 0 และ 0.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ที่ความเร็วป้อน 1,000 มิลลิเมตร/นาที ความเร่งมอเตอร์ 200 มิลลิเมตร/วินาที² ที่ความเร็วมอเตอร์เริ่มต้น 1,000 มิลลิเมตร/นาที ในลักษณะการเดินกัดแบบสลับฟันปลา และย้อนกลับมาที่จุดเริ่มต้นใหม่ของทุกรอบ

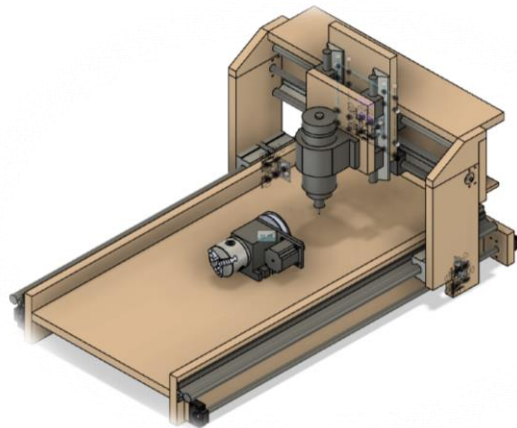
การควบคุมเครื่องจักรด้วยคอมพิวเตอร์ (CNC : Computer Numerical Control) เป็นระบบควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร เก็บข้อมูลหรือช่วยในการป้อนข้อมูล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือ แก้ไขโปรแกรม ซึ่งในปัจจุบัน เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยซีเอ็นซีนี้ สามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือถือ (Manual Data Input : MDI) ได้ทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมได้สะดวก หรือถ้าต้องการแทรกข้อมูลการให้ขนาดใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบ การเป็นความเร็วตัดและอัตราป้อนก็สามารถทำได้โดยง่าย เครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC) เป็นเครื่องจักรที่ทำงานโดยอัตโนมัติ สามารถผลิตชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปร่างบ่อย ๆ ได้ดีเพราะสามารถแก้ไขข้อมูลต่าง ๆ โดยตรงที่โปรแกรม ดังนั้นจึงเหมาะกับการผลิตชิ้นงานต้นแบบ (Prototype) หรือผลิตชิ้นงานในสายงานผลิต ซึ่งเหมาะ กับอุตสาหกรรมขนาดกลางการรับส่งข้อมูลสำหรับการทำงานของ โดยตรงแป้นพิมพ์ของแผงควบคุม (Key Board) ก็ได้ แต่ก่อนที่จะ ส่งข้อมูลเพื่อให้เครื่องจักรทำงานจำเป็นต้องมีการสร้างโปรแกรมการทำงานตามลำดับมาก่อน แล้ว ทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกับแก้ไขให้ถูกต้อง ทำให้ลดการเกิดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องจักร Mini CNC หมายถึง เครื่องมือหรือเครื่องจักรขนาดเล็กที่ควบคุมการทำงานด้วยข้อมูล ด้วยคำสั่งที่ถูกสร้างโดยใช้โปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ต่าง ๆ ให้แกน X, Y และ Z สามารถเคลื่อนที่ได้ตามตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการเครื่อง Mini CNC สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการใช้งานได้หลากหลายอาทิ เช่น งานประเภทกัดและแกะสลัก เจาะเจาะร่อง การควบคุม

วิธีดำเนินการวิจัย

ออกแบบโครงการโดยใช้หลักการของ (Addie Model) โดยมีกระบวนการทำงานทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่

1) การวิเคราะห์ (A : Analysis)การวิเคราะห์ปัญหา เครื่องจักร CNC ที่ใช้ในการเรียนการสอนมีอยู่ 2 ประเภท คือ เครื่อง CNC MILLING 3 AXIS และเครื่อง CNC LATHE ซึ่งปัจจุบัน โรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ได้ทำงานที่ซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ต้องมีออกแบบการพัฒนาเครื่อง CNC MILLING 4 AXIS มาใช้ในการทำงานที่ซับซ้อนได้มากกว่าเครื่อง CNC MILLING 3 AXIS ผู้วิจัยจึงออกแบบและสร้างเครื่อง CNC MILLING 4 AXIS MINI ที่จะมาใช้เป็นสื่อการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้วิทยาลัยมีเครื่องมือการเรียนการสอนที่ครบมากยิ่งขึ้นการวิเคราะห์ปัญหาในการสร้างเครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC) นั้นเป็นเรื่องที่ซับซ้อน ทั้งในเรื่องของ โครงสร้างการเคลื่อนที่ของแต่ละแกน วัสดุที่ต้องใช้ ระบบไฟฟ้า การออกแบบ

2) (D : Design) กระบวนการออกแบบนั้นใช้โปรแกรม Autodesk Inventor Professional 2019 ออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ



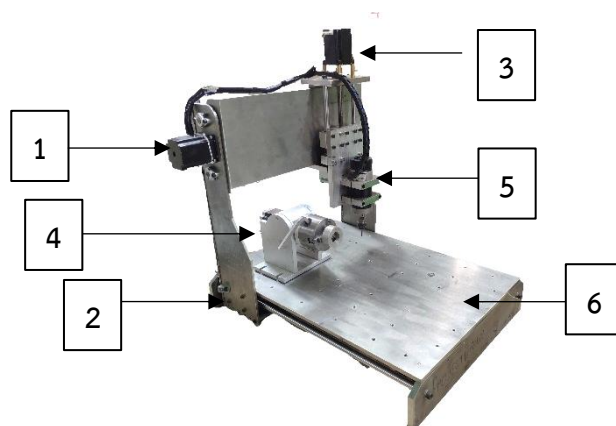
ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน

3) การพัฒนา (D : Development) ขั้นตอนการสร้างออกแบบโดยใช้ โปรแกรม Autodesk Inventor Professional 2019 ออกแบบส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า เพื่อนำมาหาวัสดุ จัดซื้อวัสดุตามแบบที่วางแผนไว้ เริ่มทำโครงเครื่องโดยใช้วัสดุที่เป็นสแตนเลส แล้วนำมาขึ้นรูป เจาะรูตามแบบ จากนั้นนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบ โดยเริ่มประกอบจากฐานแกน Y ใช้ บล็อกสไลด์ แล้วเคลื่อนที่ด้วย ใช้ สเต็ปเปอร์มอเตอร์จับหีสถูกร แล้วมาประกอบแกน Z แนวแกนตั้ง และแกน X ด้านบน

4) การทดลองใช้ (I : Implementation) กระบวนการทดลองการใช้งาน ได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน การทดลองแนวแกน X Y Z และ A , การทดลองกีดงานจริงให้ได้ขนาดที่ถูกต้อง การเคลื่อนที่ตามระยะนั้นเป็นการตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่นำไปสั่งใช้งานกับชิ้นงาน เพื่อให้ได้ระยะที่ถูกต้อง กระบวนการทดสอบนั้นสามารถทำได้โดยการใช้คำสั่งในส่วนของ การพิมพ์ค่าในช่อง Input ของแถบหน้าต่าง Manual Control ด้วยการป้อนคำสั่งให้มอเตอร์ทำงานที่ละแกน เพื่อวัดระยะทางโดยใช้ เวอร์เนียร์ ไดอัลเกจไมโครมิเตอร์ ในการวัด เพื่อเทียบกับคำสั่งที่ป้อนตามแนวแกน X Y Z และ A โดยมีการเก็บข้อมูลลงในตารางเพื่อทำการวิเคราะห์

5) การประเมินผล (E : Evaluation)การวัดประเมินผลการเคลื่อนที่ตามระยะนั้นเป็นการตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่นำไปสั่งใช้งานกับชิ้นงานจริงเพื่อให้ได้ระยะที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด กระบวนการทดสอบนั้นทำได้ไม่ยาก สามารถทำได้โดยการใช้คำสั่งในส่วนของ การพิมพ์ค่าในช่อง Input ของแถบหน้าต่าง Manual Control ด้วยการป้อนคำสั่งให้มอเตอร์ทำงานที่ละแกน เพื่อวัดระยะทางโดยใช้ เวอร์เนียร์ ไดอัลเกจไมโครมิเตอร์ ในการวัด เพื่อเทียบกับคำสั่งที่ป้อนตามแนวแกน X Y Z และ A โดยมีการเก็บข้อมูลลงในตารางเพื่อทำการวิเคราะห์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

ผลการวิจัย



ภาพที่ 2 เครื่องกีดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน

- 1) ชุดขับเคลื่อนแกน X มีหน้าที่ เคลื่อนที่ไปทางด้าน ซ้าย - ขวา
- 2) ชุดขับเคลื่อนแกน Y มีหน้าที่ เคลื่อนที่ไปทางด้าน หน้า - หลัง
- 3) ชุดขับเคลื่อนแกน Z มีหน้าที่ เคลื่อนที่ไปทางด้าน ขึ้น - ลง

- 4) ชุดขับเคลื่อนแกน A มีหน้าที่ หมุนเคลื่อนที่ไปทางด้าน ซ้าย – ขวา
- 5) มอเตอร์สปินเดิล
- 6) โต๊ะจับยึดชิ้นงาน

การวัดประเมินผลการเคลื่อนที่ตามระยะนั้นเป็นการตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่นำไปสั่งใช้งานกับชิ้นงานจริงเพื่อให้ได้ระยะที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด กระบวนการทดสอบนั้นทำได้ไม่ยาก สามารถทำได้โดยการใช้คำสั่งในส่วนของการพิมพ์ค่าในช่อง Input ของแถบหน้าต่าง Manual Control ด้วยการป้อนคำสั่งให้มอเตอร์ทำงานที่ละแกน เพื่อวัดระยะทางโดยใช้ เวอร์เนียร์ ไดอัลเกจไมโครมิเตอร์ ในการวัดเพื่อเทียบกับคำสั่งที่ป้อนตามแนวแกน X Y Z และ A โดยมีการเก็บข้อมูลลงในตารางเพื่อทำการวิเคราะห์ ผลการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องกัณฑ์ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน 1) การเคลื่อนที่ของแกน X อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.05 มม. ระยะของแกน Y อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.21 มม. ระยะของแกน Z อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.11 มม. ระยะของแกน A อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.21 องศา 2) การเคลื่อนที่กัณฑ์ชิ้นงานของแกน X อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.41 มม. แกน Y อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.08 มม. แกน XY อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.23 มม.

การอภิปรายผลการวิจัย

ผลการทดสอบระยะของแกน X มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.05 มม. อยู่ในระดับมากที่สุด อาจเนื่องจากโปรแกรมควบคุมทำงานได้ดี ทำให้แกน X เคลื่อนที่ได้ตรงตำแหน่งที่กำหนด ผลการทดสอบระยะของแกน Y มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.21 มม. อยู่ในระดับมากที่สุด อาจเนื่องจากโครงสร้างของแกน Y มีระยะที่ยาวทำให้การเคลื่อนที่ไม่เรียบ ส่งผลให้การเคลื่อนที่ของแกน Y มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการทดสอบระยะของแกน Z มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.11 มม. อยู่ในระดับมากที่สุด อาจเนื่องจากโครงสร้างของแกน Z มีความสูงเพื่อให้สูงกว่าแกน A จึงทำให้แกน Z และ X ที่อยู่บนแกนเดียวกันเกิดการสั่น อาจจะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนมากกว่าผลการทดสอบ ผลการทดสอบระยะของแกน A

มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 0.21 องศา อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้แกน A ยังไม่ได้ทดสอบผ่านโปรแกรมเนื่องจากผู้ศึกษาไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้ ซึ่งสอดคล้องกับ ทศพิศ วิสมิตนันท์ (2555 : บทคัดย่อ) [1] เครื่องกัด CNC ขนาดเล็ก ที่เหมาะสำหรับงานกัดชิ้นงานโคมที่ไม่ต้องการกำลังในการตัดวัสดุสูงและความแม่นยำสูงมากนัก สำหรับประกอบกันเป็นแม่แบบในแบบหล่อโคมหาย โดยเริ่มจากประกอบชิ้นส่วนของเครื่องจักร การต่อระบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ขับเคลื่อนกับคอมพิวเตอร์ด้วยซอฟต์แวร์ Mach 3 การจำลองการกัดผ่านซอฟต์แวร์ VERICUT การทดสอบความคลาดเคลื่อนเพื่อค้นหาสภาวะที่เหมาะสมในการกัด โดยการเดินกัดชิ้นงานโคมแบบสลับฟันปลาจากการเคลื่อนที่ซ้ำกัน 5 รอบ เพื่อหาค่าตัวแปรสภาวะการกัดคือ ความเร็วป้อน ความเร่งมอเตอร์และรูปแบบการเดินกัดในแต่ละรอบที่ให้ผลความคลาดเคลื่อนจากการกัดต่ำสุด พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนต่ำสุดในการเดินซ้ำตำแหน่งเดิมเฉลี่ยในแกน X และแกน Y เท่ากับ 0 และ 0.5 มิลลิเมตรตามลำดับ ที่ความเร็วป้อน 1,000 มิลลิเมตร/นาที ความเร่งมอเตอร์ 200 มิลลิเมตร/วินาที² ที่ความเร็วมอเตอร์เริ่มต้น 1,000 มิลลิเมตร/นาที ในลักษณะการเดินกัดแบบสลับฟันปลาและย้อนกลับมาที่จุดเริ่มต้นใหม่ของทุกรอบ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ผู้ที่มาใช้งานเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกน ควรมีความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับ เครื่องจักรอัตโนมัติ (CNC) ตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องมือก่อนหรือหลังใช้งานเครื่องกัดตั้งควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์แบบ 4 แกนทุกครั้ง

เอกสารอ้างอิง

[1] ทศพิช วิสมิตนนท. (2554). การสร้างเครื่องกัด CNC ขนาดเล็กสำหรับการผลิตแบบหล่อโฟมหาย