บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลจากการวิจัย

งานพัฒนาระบบควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีนี้ ได้ทำการสร้างระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรมภาษาปาสคาลเป็นส่วนควบคุมการทำงานของแผงวงจรควบคุมเสต็ปปิ้งมอเตอร์ที่อยู่บนเครื่องกัดซีเอ็นซีขนาดเล็ก และยังเป็นส่วนแสดงผลตำแหน่งและแสดงสถานะการทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมสามารถทำงานได้ทั้งในระบบกึ่งอัตโนมัติ คือรับคำสั่ง G-code โดยผู้ใช้ป้อนทีละคำสั่ง และสามารถทำงานในระบบอัตโนมัติโดยรับคำสั่งจากโปรแกรม NC ที่มีมาตรฐานและรูปแบบการเขียนคำสั่งตามเครื่องกัดซีเอ็นซียี่ห้อ MAZAK

ในการพัฒนาระบบได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือ การสร้างระบบโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นหน่วยประมวลผล เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมการควบคุมการทำงาน การแสดงสถานะการทำงาน การรับเข้าและส่งออกสัญญาณดิจิตอลเพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเสต็ปปิ้งมอเตอร์ แล้วทดสอบการทำงานของระบบ ส่วนที่สองคือการพัฒนาโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยวเป็นหน่วยประมวลผล โดยการนำโปรแกรมสำเร็จรูปไปติดตั้งในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยว ทำการปรับปรุงระบบการสื่อสารเข้า-ออกของสัญญาณดิจิตอล เนื่องจากมีความแตกต่างของรูปแบบและคุณสมบัติของพอร์ทเครื่องพิมพ์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และพอร์ทเอนกประสงค์บนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยว แล้วจึงทำการทดสอบ พบว่า ระบบสามารถตอบสนองคำสั่งพื้นฐานที่จำเป็นในการทำงานของเครื่องกัดแบบซีเอ็นซี ระบบสามารถสั่งงานให้เครื่องกัดเคลื่อนที่แท่นงานเป็นเส้นตรง หรือเส้นโค้งได้ สามารถทำงานได้ในระบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งผู้ใช้ทำการป้อนคำสั่งครั้งละ 1 คำสั่ง หรือทำงานระบบอัตโนมัติจากแฟ้มคำสั่งโปรแกรม NC ที่ทำการคัดลอกผ่านทางระบบเครือข่าย

การทดสอบการกัดชิ้นงานจริงต้นแบบรูป 3 มิติ เครื่องกัดซีเอ็นซีสามารถสร้างชิ้นงานได้ตรงตามรูปแบบที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้โปรแกรมสร้างรูปสามมิติ เช่นโปรแกรม Solidwork 2003 หรือโปรแกรม AutoCAD แล้วทำการแปลงแฟ้มรูปสามมิติเป็นโปรแกรม NC โดยใช้โปรแกรมแปลงรูปสามมิติเป็นโปรแกรม NC เช่นโปรแกรม HyperMILL การกัดชิ้นงานได้ใช้อะคีลิกเป็นวัสดุในการทำงาน และใช้มีดกัดชนิด Ball mill ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร โดยชิ้นงานที่กัดจริงมีค่าความผิดพลาด (Error) มากที่สุด 0.004 มิลลิเมตร การทดสอบเพื่อหาค่าความผิดพลาดของเครื่องกัดจากชิ้นงานที่ใช้ทดสอบจำนวน 10 ชิ้น พบว่าสามารถทำงานโดยมีค่าความผิดพลาด (Error)

มากที่สุดไม่เกิน 0.762 มิลลิเมตร ค่าความผิดพลาดที่มากนี้อาจเกิดขึ้นได้จากสาเหตุหลายประการ เช่น ความมั่นคงของฐานเครื่องกัดซึ่งเป็นสาเหตุหลักของความผิดพลาด ความอิสระของสกรูขับแท่นงานเมื่อมีการเปลี่ยนทิศการขับ การจับยึดชิ้นงานกับโต๊ะงาน การใช้มีดกัดขนาดใหญ่ในการกัดชิ้นงานซึ่งเป็นวงกลมขนาดเล็ก ซึ่งพบว่าในการกัดส่วนของวงกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดเล็กจะทำให้มีค่าความผิดพลาดมากขึ้น ซึ่งค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะไม่มากขึ้นมื่อชิ้นงานมีขนาดใหญ่ขึ้น

การทดสอบหาค่าความละเอียด(Resolution) ในการทำงานมีค่าน้อยที่สุด 0.005 มิลลิเมตร เนื่องจากใช้เสต็บปิ้งมอเตอร์ขนาดความละเอียด 200 เสต็ปต่อรอบ และใช้แกนสกรูขับที่มีความละเอียด 1 มิลลิเมตรต่อรอบ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของเครื่องกัดที่ไม่สามารถสั่งงานได้ละเอียดกว่านี้ และการทดสอบหาค่าความสามารถในการทวนซ้ำ (Repeatability) ซึ่งพบว่ามีค่าสูงสุด 0.009 มิลลิเมตรต่อการทดสอบ 30 รอบการทำงาน เนื่องจากฐานของเครื่องกัดที่ไม่มั่นคง ความอิสระของสกรูเมื่อเปลี่ยนทิศการขับและมีการสั่นเล็กน้อยในขณะที่หยุดการทำงาน ในการทดสอบไม่ได้ทำการกัดชิ้นงานจริง ดังนั้นในการทำงานจริงที่มีการกัดชิ้นงานจะมีตัวแปรอื่นที่สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดได้มากกว่า ค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบควบคุมทั้งหมดประมาณ 15,000 บาท (ไม่รวมเครื่องกัดขนาดเล็ก)

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับประโยชน์โดยตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และเกิดประโยชน์จากผลพลอยได้หลายประการ ซึ่งทำให้ผู้วิจัยและผู้ที่ทำการศึกษาได้รับประโยชน์ดังต่อไปนี้

5.2.1 การวิจัยทำให้ได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานการทำงานของระบบซีเอ็นซี การใช้งานกระบวนการคิด การเลือกใช้ รวมทั้งสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและแก้ปัญหาที่เกิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 การวิจัยทำให้ได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการทำงานพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ รูปแบบการทำงาน การสั่งงาน และคุณสมบัติของพอร์ทเครื่องพิมพ์ การทำงานของแผงวงจรรวมที่ใช้ควบคุมสัญญาณเวลา การติดตั้งระบบเครือข่าย

5.2.3 การวิจัยทำให้ได้ศึกษาความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเสต็ปปิ้งมอเตอร์ รูปแบบการทำงาน คุณสมบัติ การประยุกต์ใช้งาน การควบคุม การสร้างอุปกรณ์ประกอบ และการนำเอาเสต็ปปิ้งมอเตอร์ไปใช้ในการสร้างเครื่องกัดแบบซีเอ็นซี

5.2.4 สามารถสร้างระบบควบคุมเครื่องกัดแบบซีเอ็นซีด้วยโปรแกรมภาษาปาสคาล ที่สามารถดาว์นโหลดได้อย่างถูกกฎหมาย ง่ายและสะดวกในการศึกษา รวมทั้งสามารถประยุกต์โปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับการทำงานเพิ่มเติมได้ง่าย

5.2.5 สามารถเผยแพร่โปรแกรมต้นฉบับสำหรับควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีที่สร้างขึ้น เพื่อให้ผู้ที่สนใจ หรือสถาบันการศึกษานำไปใช้ในการเรียนการสอน และการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีต่อไปได้อย่างกว้างขวางและอิสระ

5.2.6 ลดค่าใช้จ่ายในการสร้างระบบควบคุม เนื่องจากคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยวมีราคาประมาณ 8,500 บาท และสามารถใช้ทดแทนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลได้ เนื่องจากมีประสิทธิภาพและลักษะการทำงานที่คล้ายคลึงกัน

5.3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

5.3.1 เนื่องจากระบบควบคุมทั้งหมด ส่วนประกอบต่าง ๆ ล้วนเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น การสร้างระบบทั้งหมดต้องใช้ความรู้และความเชี่ยวชาญในการติดตั้ง เพราะอุปกรณ์บางชิ้นหากติดตั้งไม่ถูกต้องแล้วอาจเกิดความเสียหายต่อตัวอุปกรณ์และระบบทั้งหมดได้

5.3.2 การทำงานด้วยระบบควบคุมที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้า 2 แหล่ง ควรทำการเชื่อมต่อสายดินร่วมกันเสมอ เพราะการที่ใช้แหล่งจ่ายไฟคนละแหล่ง ไม่สามารถอ้างอิงแรงดันซึ่งกันและกันได้ จึงต้องทำการปรับแรงดันไฟฟ้าให้เป็น 0 โวล์ทเท่ากัน เพื่อไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ หรือแนวทางที่ดีที่สุดคือการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแหล่งเดียว

5.3.3 การติดตั้งสายสัญญาณที่มีจำนวนมากไปยังเสต็ปปิ้งมอเตอร์ ควรใช้สายเคเบิลที่มีจำนวนสายไฟภายในมากพอสำหรับการควบคุมมอเตอร์แต่ละตัวรวมทั้งลิมิตสวิทซ์ เพื่อให้ใช้สายเคเบิลเพียง 3 ชุดสำหรับมอเตอร์ทั้ง 3 แกน อาจใช้สายเคเบิลที่มีชีล (Shield) เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากภายนอก

5.3.4 โปรแกรมระบบควบคุมมีโครงสร้างที่สามารถใช้เป็นแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องกัดซีเอ็นซีโดยการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมภาษาอื่น เพื่อใช้ติดตั้งในระบบปฏิบัติการหรือหน่วยประมวลผลที่แตกต่างออกไป

5.3.5 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจนเดี่ยวได้ติดตั้งพอร์ทอีเทอร์เน็ตมาเรียบร้อยแล้ว อาจสร้างโปรแกรมให้สามารถสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครือข่าย โดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยวเป็นหน่วยประมวลผลในการทำงานของเครื่องกัดเท่านั้น

5.3.6 โปรแกรมการทำงานที่สร้างขึ้นยังมีจุดที่ผิดพลาดหรือบัก (BUG) ของโปรแกรมอยู่ ผู้ใช้อาจทำการปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์และมีความเหมาะสมกับการทำงานของตนมากยิ่งขึ้น

5.3.7 โปรแกรมควบคุมสามารถป้อนสัญญาณดิจิตอลให้เสต็ปปิ้งมอเตอร์ขับได้ในความเร็วที่จำกัด หากต้องการเพิ่มความเร็วของเสต็ปปิ้งมอเตอร์อาจทำได้โดยเพิ่มความต้านทานในวงจรควบคุมแรงดัน เพื่อลดอัตราส่วน L/R จะส่งผลให้ความสามารถในการเกิดสนามแม่เหล็กได้เร็วขึ้น

และต้องเพิ่มแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเสต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อให้กระแสผ่านเฟสมีค่าคงเดิม จะทำให้สามารถขับมอเตอร์ด้วยความเร็วที่มากขึ้นโดยไม่เกิดการขับข้ามเสต็ป การออกแบบเช่นนี้ทำให้กระแสที่ไหลวนหยุดลงได้อย่างรวดเร็วเมื่อตัดกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดของมอเตอร์ แต่จะเกิดแรงดันตกคร่อมที่ทรานซิสเตอร์ในวงจรควบคุมเสต็ปปิ้งมอเตอร์มากขึ้น ซึ่งแก้ปัญหาได้โดยการใช้ซีเนอร์ไดโอดต่ออนุกรมกับไดโอดที่มีอยู่