อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

รายงานวิจัย

เรื่อง

เครื่องกัดลายวงจรที่พัฒนาขึ้นจากโครงพล็อตเตอร์เก่า

POB Milling Machine Using the Old Plotter

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 22 ส.ค. 2554
เลขทะเบียน 1560152
เลขเรียกหนังสือ ว TJ
1345
ส744ร
2552

สมศักดิ์ อนุสุเรนทร์

Somsak Anusuren

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

โครงการวิจัยเงินอุดหนุนรายได้คณะวิทยาศาสตร์ประจำปีงบประมาณ 2552

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนจากกองทุนอุดหนุนโครงการวิจัย เงินอุดหนุนรายได้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ 2552 ซึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ และขอขอบคุณ ผศ.ดร.ธงชัย มณีชูเกตุ, ดร.อนุชา แก้วพูลสุข และ นายทศวรรษ อินเกะซ้าง ที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำ ตลอดการวิจัย สำหรับคุณประโยชน์ที่เกิดจากงานวิจัยนี้ขอมอบแด่บุพการีและบูรพาจารย์ทุกท่าน

สมศักดิ์ อนุสุเรนทร์

หัวหน้าโครงการ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาสร้างเครื่องกัดลายวงจรที่พัฒนาขึ้นจากโครงพล็อตเตอร์เก่าโดยได้ทำการพัฒนาออกแบบส่วนของวงจรควบคุมการทำงานขึ้นใหม่ และเพิ่มระบบการเคลื่อนที่แนวแกนที่ 3 ขึ้นสำหรับการกัดลายวงจรบนแผ่นทองแดง ข้อดีของวิธีการที่นำเสนอคือเป็นการนำขยะที่เป็นซากเครื่องใช้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์กลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะทำให้ได้เครื่องกัดลายวงจรราคาถูก การทำงานของเครื่องสามารถควบคุมได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม ในขั้นตอนสุดท้ายของงานวิจัยจะเป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องกัดด้วยการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับกัดลายวงจรต้นแบบให้กับนิสิต อาจารย์ และนักออกแบบวงจรภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Abstract

This research focuses on the study and implementation of print circuit board (PCB) milling machine by using the mechanics of the old plotter. New controlled circuit and the third axis moving are added to the conventional structure. The advantage of this research is recycling the electronic junks, in order to achieve the low cost PCB milling machine. The proposed machine uses for realization the prototyped circuits, in order to ensure that the proposed hypothesis was valid.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ I

บทคัดย่อภาษาไทย II

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ V

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 เป้าหมายของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ขั้นตอนดำเนินงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานเครื่องจักรซีเอ็นซี 4

2.2 ระบบแกนและระนาบของเครื่องซีเอ็นซี 5

2.3 กฎมือขวาของระบบแนวแกน 5

2.4 ระบบโคออร์ดิเนท 7

2.5 แกนและทิศทางของเครื่องกัดซีเอ็นซี 8

2.6 จุดศูนย์ของเครื่อง 9

2.7 จุดศูนย์อ้างอิง 10

2.8 จุดศูนย์ชิ้นงาน 11

2.9 เทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM 12

บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ 13

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบการทำงาน 26

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ 28

เอกสารอ้างอิง 29

ประวัติผู้วิจัย 30

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 หลักการของกฎมือขวา 6
2.2 โคออร์ดิเนทของการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรง X ,Y, Z และการเคลื่อนที่เชิงมุม A, B, C 6
2.3 หลักการของกฎมือขวาในการกำหนดทิศทางบวกของมุม A หมุนรอบแกน X 7
2.4 แบบชิ้นงานในระบบโคออร์ดิเนทแบบ 2 แกน 7
2.5 แบบชิ้นงานในระบบโคออร์ดิเนทแบบ 3 แกน 8
2.6 แนวแกนการเคลื่อนที่เครื่องกัดซีเอ็นซี 8
2.7 ลักษณะการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานและสปิลเดิลของเครื่องกัดซีเอ็นซี 9
2.8 ลักษณะจุดศูนย์และของเครื่องกัดซีเอ็นซี 10
2.9 จุดอ้างอิงของเครื่องกัดซีเอ็นซี 10
2.10 การวางแบบชิ้นงานที่จุดใด ๆ ในระบบโคออร์ดิเนท 11
2.11 การวางแบบชิ้นงานบนจุดในระบบโคออร์ดิเนท 11
3.1 โครงพล็อตเตอร์เก่า 13
3.2 คานรับน้ำหนักแบบเดิมและแบบใหม่ 14
3.3 รางสไลด์แบบใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้น 15
3.4 ระบบการขับเคลื่อนแนวแกนดิ่ง 16
3.5 มอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจร 17
3.6 การติดตั้งมอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจร 18
3.7 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 แนวแกน 19
3.8 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดภายในกล่องควบคุม 20
3.9 การเชื่อมต่อระหว่างกล่องควบคุมกับตัวเครื่องกัดลายวงจร 21
3.10 โปรแกรม Protel 99 22
3.11 โปรแกรม CopperCAM 23
3.12 โปรแกรม MACH 3 23
3.13 หน้าต่างควบคุมการทำงานของโปรแกรม MACH 3 24
4.1 เครื่องกัดลายวงจรที่พัฒนาขึ้น 26
4.2 ตัวอย่างลายวงจรที่ได้จากการทดสอบ 27

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

สำหรับนักวิจัยที่ต้องการพัฒนาออกแบบวงจรต้นแบบสำหรับงานวิจัยต่าง ๆ โดยมีความต้องการให้วงจรต้นแบบมีความสวยงาม และมีความเสถียรไม่ขาดหรือหลุดง่าย จะใช้วิธีกัดลายวงจรลงบนแผ่นทองแดงแทนการต่อวงจรบนบอร์ดทดลองหรือบนบอร์ดไข่ปลา ทั้งนี้แนวทางที่นิยมดำเนินการสำหรับการกัดลายวงจร มี 2 แนวทางด้วยกัน คือ การกัดลายวงจรด้วยกรด และวิธีการกัดลายวงจรด้วยเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling Machine) โดยวิธีการแรกนั้นความสวยงามของลายวงจรจะขึ้นอยู่กับฝีมือและประสบการณ์ของผู้ดำเนินการเป็นหลัก สำหรับวิธีการที่สองจะมีข้อดีอยู่ที่การใช้คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงาน ทำให้ได้ลายวงจรที่มีความถูกต้องและความสวยงามเป็นมาตรฐาน แต่ก็จะมีจุดด้อยอยู่ที่ต้องเสียเวลาในช่วงเริ่มต้นสำหรับการเซ็ตระนาบของเครื่องกัดซีเอ็นซี และเนื่องจากเครื่องกัดซีเอ็นซี เป็นเครื่องจักรที่มีความสามารถมากประกอบกับมีราคาที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงไม่ค่อยนิยมนำมาใช้งานสำหรับการกัดลายวงจรโดยเฉพาะเพียงอย่างเดียว

ในช่วงหลาย ๆ ปีที่ผ่านมาเทคโนโลยีการพิมพ์ภาพด้วยระบบฉีดพ่นหมึก (inject printer) และระบบเลเซอร์ (laser printer) ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว โดยภาพที่ได้จะมีความคมชัดสวยงามและมีเฉดสีที่หลากหลาย จนเทคโนโลยีการพิมพ์ภาพทั้งสองชนิดเข้ามาแทนที่การวาดภาพด้วยพล็อตเตอร์ เป็นระบบที่เคยได้รับความนิยมในช่วงประมาณปี พ.ศ. 2535 พล็อตเตอร์ต่าง ๆ ที่เคยนิยมสำหรับงานเขียนภาพ หรืองานเขียนแบบต่าง ๆ ถูกทิ้งให้ซากขยะอิเล็กทรอนิกส์เป็นจำนวนมาก ทั้งตามสถาบันการศึกษา หน่วยงานราชกาลและหน่วยงานเอกชนที่เกี่ยวข้องกับงานวาดแบบ เขียนแบบ

ในโครงการวิจัยนี้คณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำโครงของพล็อตเตอร์เก่ามาทำการดัดแปลงและปรับปรุงทั้งในส่วนของวงจรควบคุมการทำงาน และส่วนที่เป็นระบบกลไกการเคลื่อนที่แนวแกนที่สาม สำหรับพัฒนาเป็นเครื่องกัดลายวงจรต้นแบบ ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะของอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่ากำจัดได้ค่อนข้างยาก โดยจะได้เครื่องกัดลายวงจรต้นแบบราคาถูก สามารถนำไปใช้งานได้จริงกับการกัดลายวงจรต้นแบบที่ออกแบบโดยนิสิต อาจารย์ และนักวิจัยภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาและพัฒนาออกแบบวงจรที่ใช้สำหรับการควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรแบบ 3 แนวแกน ที่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยคอมพิวเตอร์
2. ศึกษาและพัฒนาสร้างเครื่องกัดลายวงจรที่พัฒนาดัดแปลงขึ้นจากโครงพล็อตเตอร์เก่า

1.3 เป้าหมายของโครงงาน

1. ได้องค์ความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาออกแบบวงจรควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรและการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงาน
2. ได้เครื่องกัดลายวงจรต้นแบบราคาถูก ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานสำหรับการกัดลายวงจรต้นแบบของนักวิจัยภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรได้จริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์เชิงวิชาการ: คณะผู้วิจัยได้องค์ความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบวงจรควบคุม และการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์สำหรับงานควบคุมต่าง ๆ นอกจากนี้เครื่องจักรที่ได้พัฒนาขึ้นจะมีส่วนช่วยอำนวยความสะดวกให้กับนักวิจัยที่เป็นนิสิต และบุคลากรภายในคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่มีความต้องการจะพัฒนาวงจรต้นแบบต่าง ๆ ให้มีความสวยงามและความเสถียร

ประโยชน์ที่เป็นผลกระทบทางสังคม: การพัฒนางานวิจัยที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เมื่อมีการเผยแพร่สู่สาธารณะชนจะมีผลทำให้ประชาชนโดยทั่วไปเกิดความสนใน มีความมั่นใจและความภูมิใจกับนักวิจัยไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งมหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นสถาบันการศึกษาขนาดใหญ่ที่ใกล้ชิดกับประชากรในเขตภาคเหนือตอนล่าง

1.5 ขั้นตอนดำเนินงาน

ขั้นที่ 1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลสำหรับการทำวิจัย

ขั้นที่ 2 พัฒนาออกแบบระบบโดยรวมของเครื่องกัดลายวงจร

ขั้นที่ 3 พัฒนาสร้างโครงสร้าง และกลไกลการเคลื่อนที่ของเครื่องกัด

ขั้นที่ 4 พัฒนาออกแบบวงจรประมวลผลสัญญาณที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องกัด

ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุงการทำงานของวงจรควบคุม รวมทั้งกลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องกัด

ขั้นที่ 6 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์และวงจรเชื่อมต่อ สำหรับการติดต่อและควบคุมการทำงานของเครื่องกัด

ขั้นที่ 7 ทดสอบ ปรับปรุง การทำงานของเครื่องกัด และประยุกต์ใช้เครื่องกัดสำหรับการกัดลายวงจรต้นแบบของนักวิจัย

ขั้นที่ 8 รวมรวมข้อมูลทางเทคนิคสำหรับการเผยแพร่ผลงานวิจัย จัดทำรายงานการวิจัย

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับงานเครื่องจักรซีเอ็นซี [3]

เครื่องจักรซีเอ็นซี (Computerized Numerical Control) เป็นเครื่องจักรที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยอนุกรมของรหัสควบคุมเครื่อง รหัสประกอบไปด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่น ๆ รหัสเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งไปกระตุ้นให้มอเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องจักรทำงานในลักษณะการเคลื่อนที่ และการปรับเปลี่ยนอัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ รวมถึงการทำงานอื่นๆ ด้วย

พัฒนาการของเครื่องจักรซีเอ็นซี มีมากกว่า 40 ปีในปี ค.ศ.1948 สถาบัน M.I.T (Massachusetts Institute of Technology) ได้เริ่มนำโครงการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินตามหลักการทางพลศาสตร์ที่มีความซับซ้อน จากการค้นคว้าวิจัย ดังกล่าวจึงมีการสร้าง และผลิตเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบตัวเลขขึ้น (NC Machine) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมโลหะดังนั้นพัฒนาการของเครื่องซีเอ็นซีจึงเริ่มจากเครื่อง เอ็นซี ขึ้นมาก่อน

ความหมายของเอ็นซี (NC)

N ย่อมาจาก Numerical (นิวเมอร์ริเคล) หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษร หรือโค้ด เช่น A , B , C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องหมาย + , - และ %

C ย่อมาจาก Control (คอนโทรล) หมายถึง การควบคุมโดยกำหนดค่าหรือตำแหน่งจริงที่ต้องการเพื่อให้เครื่องจักรทำงานให้ได้ค่าตามที่กำหนด

ดังนั้น เอ็นซี หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร ซึ่งคำจำกัดความนี้ได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวคือ การเคลื่อนที่ต่าง ๆ ตลอดจนการทำงานอื่น ๆ ของเครื่องจักรจะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งจะถูกแปลงเป็นเคลื่อนสัญญาณ (Pulse) ของกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณออกอื่น ๆ ที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

ความหมายของซีเอ็นซี (CNC)

C ย่อมาจาก Computer หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

N ย่อมาจาก Numerical หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษร หรือโค้ด เช่น A , B , C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องหมาย + , - และ %

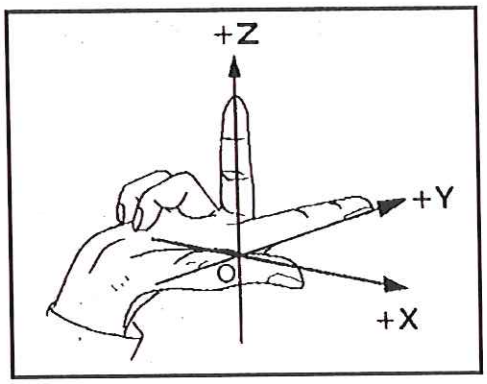
C ย่อมาจาก Control หมายถึงการควบคุมโดยกำหนดค่า หรือตำแหน่งจริงที่ต้องการ เพื่อให้เครื่องจักรทำงานให้ได้ค่าตามที่กำหนด ดังนั้นซี เอ็นซี (CNC) ซึ่งย่อมาจาก Computer Numerical Control คือ คอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับใช้ควบคุมการทำงาน

2.2 ระบบแกนและระนาบของเครื่องซีเอ็นซี [3]

การทำโปรแกรมเครื่องจักร (NC) สิ่งแรกที่ต้องกำหนดคือระบบโคออร์ดิเนทโดยการวางจุดศูนย์ของโปรแกรมให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม การทำโปรแกรมจะอ้างอิงจุดโคออร์ดิเนทต่าง ๆ จากจุดศูนย์ของโปรแกรม ตามระยะทางที่แบบกำหนด และในการเลือกใช้ชนิดของเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อจะนำมาใช้งาน ทางทฤษฎีในแง่เศรษฐกิจควรเลือกเครื่องจักรซีเอ็นซี แบบธรรมดา ๆ แต่ให้มีอุปกรณ์ประกอบการใช้งานที่พอเพียง เลือกอุปกรณ์พิเศษที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นผู้เลือกจำเป็นต้องทราบในรายละเอียดของเครื่องเสียก่อนการเลือก ซึ่งสามารถดูได้จากคุณลักษณะเฉพาะของเครื่อง

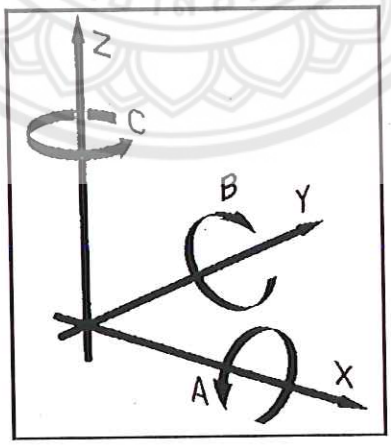
2.3 กฎมือขวาของระบบแนวแกน

เมื่อกางนิ้วมือขวาทั้ง 3 นิ้ว ให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน นิ้วทั้ง 3 นิ้วจะแทนแกนในระบบแนวแกนต่อไปนี้ นิ้วหัวแม่มือ แทนแกน X นิ้วชี้แทนแกน Y นิ้วกลางแทนแกน Z

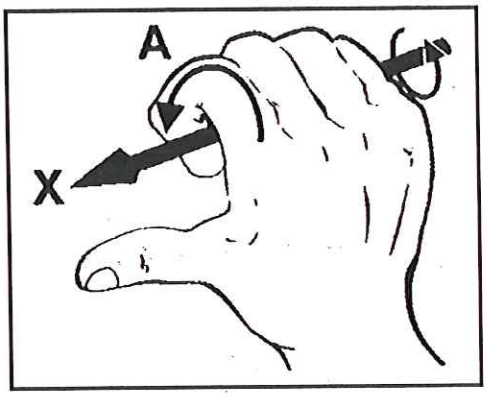


ภาพที่ 2.1 หลักการของกฎมือขวา [3]

โดยมีจุด O คือจุดศูนย์ (หรือจุด Origin) เป็นจุดตัดของทั้ง 3 แกน หรือ**ตำแหน่งที่มีค่า** X = 0.0 , Y = 0.0 และ Z = 0.0 หรือ (X , Y , Z) = (0 , 0 , 0) ตามมาตรฐานสากล **ทั้งเครื่องกลึงและเครื่องกัด** จะให้ทิศทางบวกของแกน Z อยู่ในแนวเดียวกับแกนของสปินเดิล**ของเครื่องจักร การทำงานของ**เครื่องจักรเป็นการเคลื่อนที่ของทูลเทียบกับแกนหรือโคออร์ดิเนท**ที่กำหนดบนชิ้นงาน สำหรับ**เครื่องจักรที่มีการเคลื่อนที่ผสมทั้งการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น หรือเค**ลื่อนที่ตามแนวความยาวของ**แกน X , Y , Z และ การเคลื่อนที่แบบเชิงมุม หรือ โคออร์ดิเนท A, B และ C โดยทิศทางของ การเคลื่อนที่เชิงมุมจะเทียบกับแกน X , Y , Z โดยที่โคออร์ดิเนท A เป็นการหมุนรอบแกน X โคออร์ดิเนท B เป็นการหมุนรอบแกน Y โคออร์ดิเนท C เป็นการหมุนรอบ**แกน** Z



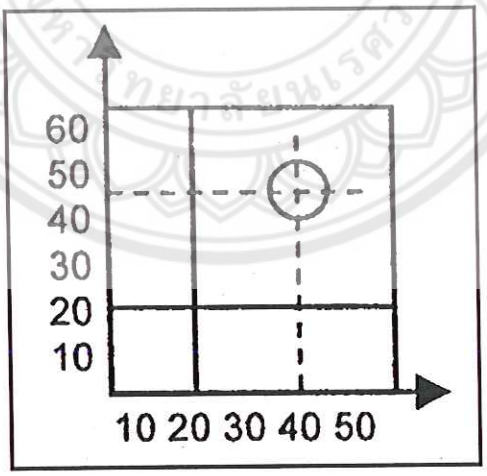
ภาพที่ 2.2 โคออร์ดิเนทของการเคลื่อนที่เชิงเส้นตรง X ,Y, Z และการเคลื่อนที่เชิงมุม A, B, C [3]



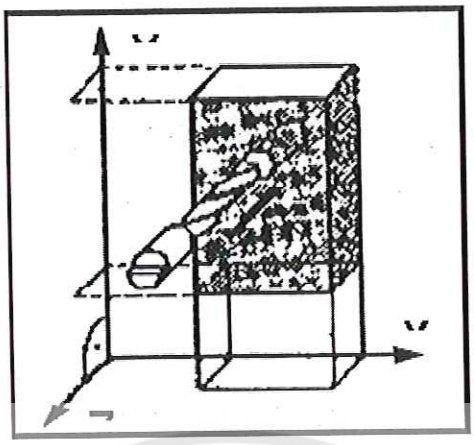
ภาพที่ 2.3 หลักการของกฎมือขวาในการกำหนดทิศทางบวกของมุม A หมุนรอบแกน X [3]

2.4 ระบบโคออร์ดิเนท (Coordinate) [3]

เมื่อนำชิ้นงานมาวางลงบนระบบโคออร์ดิเนททุก ๆ จุดในแบบงานนั้นสามารถที่จะกำหนดตำแหน่งได้ ด้วยค่าโคออร์ดิเนท 2 ค่า เช่น แบบงานของงานกลึง จุดศูนย์กลางของรูเจาะตามภาพที่ 4 จะมีค่าโคออร์ดิเนท คือ X = 40.0 , Y = 45.0 ในงานกัด หรืองานคว้านรูในชิ้นงานจำเป็นที่จะต้องพิจารณาชิ้นงานในลักษณะที่เป็น 3 มิติ เพราะในการเจาะรูจะมีความลึกเกิดขึ้น



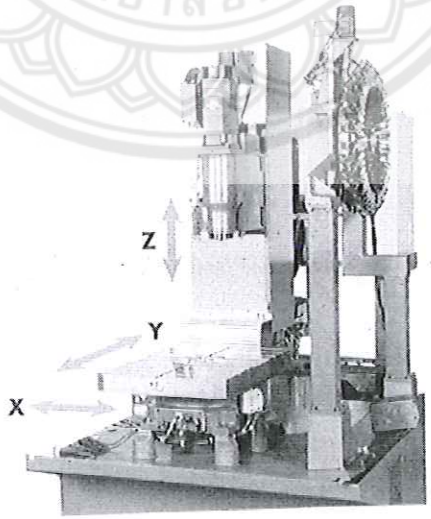
ภาพที่ 2.4 แบบชิ้นงานในระบบโคออร์ดิเนทแบบ 2 แกน [3]



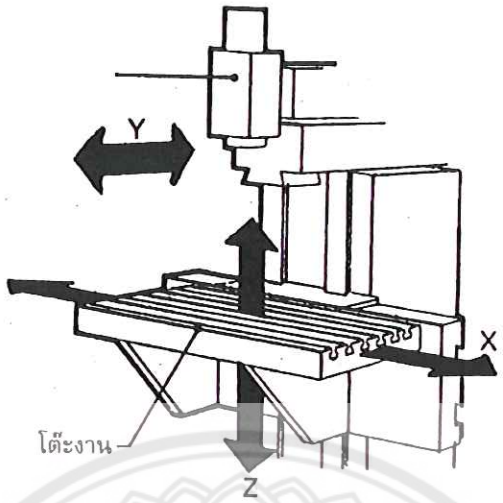
ภาพที่ 2.5 แบบชิ้นงานในระบบโคออร์ดิเนทแบบ 3 แกน [3]

2.5 แกนและทิศทางของเครื่องกัดซีเอ็นซี [3]

เครื่องกัดซีเอ็นซี นั้น จะประกอบไปด้วยแนวแกน X เป็นแนวแกนที่ทำให้โต๊ะงาน (Table) นั้นเคลื่อนที่ตัดขวางกับแนวแกนของสปินเดิล ส่วนแนวแกน Y เป็นแนวแกนที่ทำให้ให้โต๊ะงาน นั้นเคลื่อนที่เข้า – ออกในแนวตั้งฉากหรือตัดขวางกับแนวแกน X และแนวแกน Z ส่วนใหญ่จะเป็นแนวแกนการเคลื่อนที่ขึ้น – ลงของสปินเดิล



ภาพที่ 2.6 แนวแกนการเคลื่อนที่เครื่องกัดซีเอ็นซี [3]

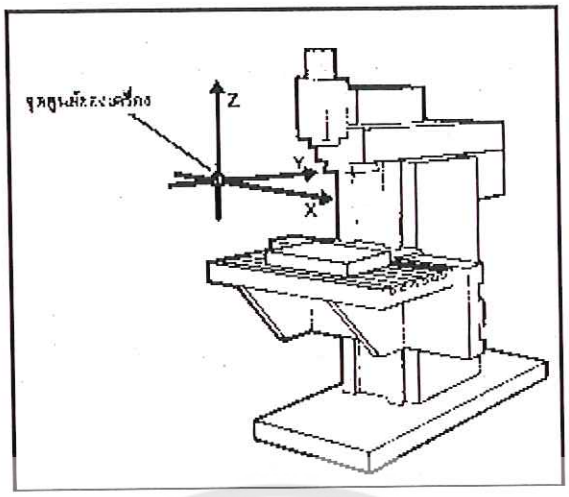


ภาพที่ 2.7 ลักษณะการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานและสปิลเดิลของเครื่องกัดซีเอ็นซี [3]

ถ้าเป็นเครื่องกัดแนวนอน ส่วนใหญ่แนวแกน Z เป็นการเคลื่อนที่เข้าออกของทูลเมื่อเทียบกับชิ้นงาน ในแนวนอนทิศทางบวกชี้เข้าหาสปินเดิลซึ่งติดตั้งอยู่ในแนวนอน โดยมีแนวแกน X เป็นการเคลื่อนที่ตัดขวางกับชิ้นงาน หรือไปทางซ้าย - ขวา แกน Y เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นลง

2.6 จุดศูนย์ของเครื่อง (Machine Zero Point) [3]

สัญลักษณ์ตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องจะถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จุดศูนย์ของเครื่องจะใช้เป็นจุดศูนย์ของระบบโคออร์ดิเนทของเครื่องจักรกล และใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับระบบโคออร์ดิเนท อื่นๆ และยังใช้เป็นจุดอ้างอิงในเครื่องจักรกลด้วยเครื่องกลึง CNC จะมีตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องที่แตกต่างกันออกไป โดยจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเครื่องจักร CNC ดังนั้นตำแหน่งจุดศูนย์ ของเครื่อง และทิศทางของแนวแกนที่ถูกต้อง จึงต้องศึกษาจากคู่มือการปฏิบัติงานที่จัดเตรียมโดยบริษัทผู้ผลิตแต่ละบริษัท

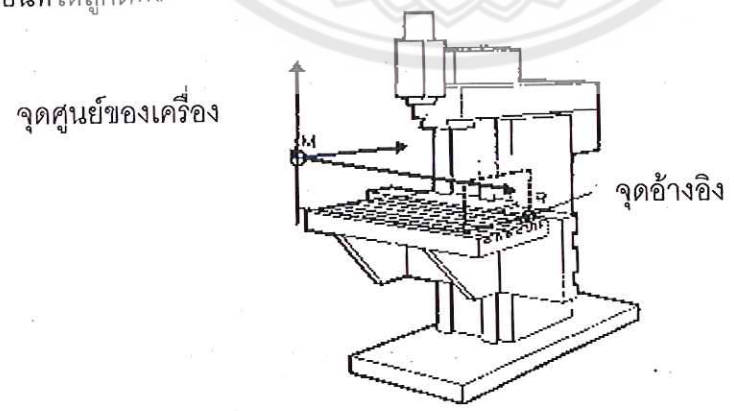


ภาพที่ 2.8 ลักษณะจุดศูนย์และของเครื่องกัดซีเอ็นซี [3]

2.7 จุดศูนย์อ้างอิง (Reference Zero Point) [3]

เป็นจุดที่ใช้ช่วยในการปรับค่า และควบคุมระบบวัดขนาดระยะการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนและทูล ตำแหน่งของจุดอ้างอิงจะถูกกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเที่ยงตรงในทุกแนวแกนของการเคลื่อนที่ด้วยสวิตซ์จำกัดระยะ (Limit Switches) ดังนั้นค่าโคออร์ดิเนทของจุดอ้างอิงจะมีค่าเท่าเดิมเสมอ และรู้ค่าตัวเลขที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์ของเครื่อง

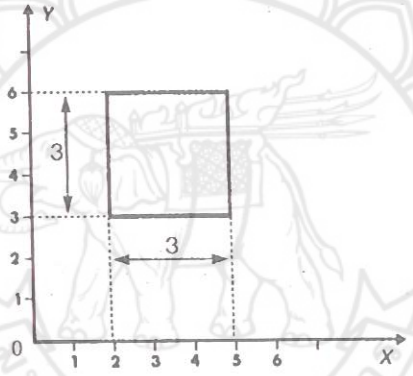
ถ้าเกิดเหตุขัดข้องขึ้นจนทำให้ข้อมูลของตำแหน่งแท่นเลื่อนและทูลนั้นสูญหายไปจากระบบควบคุม ซึ่งอาจเกิดมาจากสาเหตุไฟฟ้าดับ เป็นต้น ผู้ใช้เครื่องนั้นจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนต่าง ๆ กลับไปหาจุดอ้างอิงก่อนเริ่มทำงานใหม่เสมอ เพื่อเครื่องจักรจะได้ปรับค่าของระบบวัดระยะการเคลื่อนที่ให้ถูกต้อง



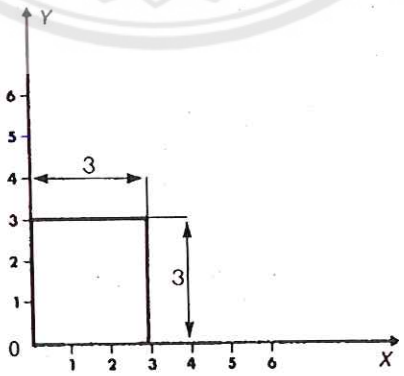
ภาพที่ 2.9 จุดอ้างอิงของเครื่องกัดซีเอ็นซี [3]

2.8 จุดศูนย์ชิ้นงาน (Workpiece Zero Point) [3]

จะเป็นจุดที่ช่วยในการกำหนดระบบโคออร์ดิเนทของชิ้นงานที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์ของเครื่อง จุดศูนย์ของชิ้นงานจะถูกเลือกใช้โดยผู้เขียนโปรมแกรมและป้อนเข้าไปในระบบซีเอ็นซี ในขั้นตอนของการปรับตั้ง ตำแหน่งของจุดศูนย์ของชิ้นงานสามารถที่จะกำหนดเลือกใช้ได้อย่างอิสระโดยผู้เขียนโปรแกรม แต่ต้องอยู่ภายในขอบเขตของการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยมีหลักเกณฑ์ง่าย ๆ คือ การกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์ของชิ้นงานควรจะกำหนดไว้ในตำแหน่งที่เป็นจุดอ้างอิงต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในแบบชิ้นงานอยู่แล้ว กล่าวคือ เมื่อกำหนดตำแหน่งจุดศูนย์ของชิ้นงานแล้วสามารถที่จะเปลี่ยนขนาดที่กำหนดในแบบชิ้นงานให้เป็นค่าโคออร์ดิเนทได้โดยสะดวกและหลีกเลี่ยงการคำนวณค่าโคออร์ดิเนทเพิ่มเติมได้



ภาพที่ 2.10 การวางแบบชิ้นงานที่จุดใด ๆ ในระบบโคออร์ดิเนท [6]



ภาพที่ 2.11 การวางแบบชิ้นงานบนจุดในระบบโคออร์ดิเนท [3]

2.9 เทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM [4]

เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ เนื่องจาก CAM ต้องอาศัยข้อมูลจาก CAD จึงจะสามารถทำงานได้ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกัน จึงถูกเรียกว่าเทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM

กระบวนการ CAD/CAM

1. CAD
2. CAM
3. Post processor

CAD ย่อมาจากคำว่า Computer Aided Design and Drafting เป็นขั้นตอนแรกของ CAD/CAM เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ โดยทั่วไปเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงาน 3 ประเภท คือ

1. งานเขียนแบบ
2. งานเขียนวัตถุ 3 มิติ
3. งานทางด้านการสร้างภาพเหมือนจริงทั้งแบบภาพอยู่นิ่งและภาพเคลื่อนไหว

ลักษณะของโปรแกรม CAD จะเป็นโปรแกรมที่มีคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบอย่างครบครัน เช่น Graphic File มาจากการสร้างแบบโดยใช้โปรแกรม Auto Cad, Turbo CAD, Protel PCB, Photo Shop, Paintbrush และ Scan จากแบบจริง ซึ่งแบบที่สร้างจากโปรแกรมเหล่านี้ต้องนำมา ลากเส้น และตกแต่งด้วย Auto CAD ให้สมบูรณ์ที่สุดเพื่อให้งานที่ได้มีความสวยงามและทำงานได้อย่างราบรื่นและบันทึกข้อมูลไว้สำหรับนำไปทำงานผลิตโดยใช้โปรแกรม CAM ต่อไป

CAM ย่อมาจากคำว่า Computer Aided Manufacturing เป็นการนำเอาข้อมูลจาก CAD File มาทำงาน ตัวอย่างเช่น Master cam mill ver.9 , Master cam mill ver.8 หรืออาจจะเป็น CAM ตัวอื่น เพื่อใช้ในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้เป็น NC Code (G-Code) ซึ่งเป็นภาษาที่เครื่องจักรสามารถอ่านได้

เพื่อให้เครื่องจักรทำงานโดยใช้ชุดคำสั่ง G-Code หรือ NC Code มีการทำงานดังนี้

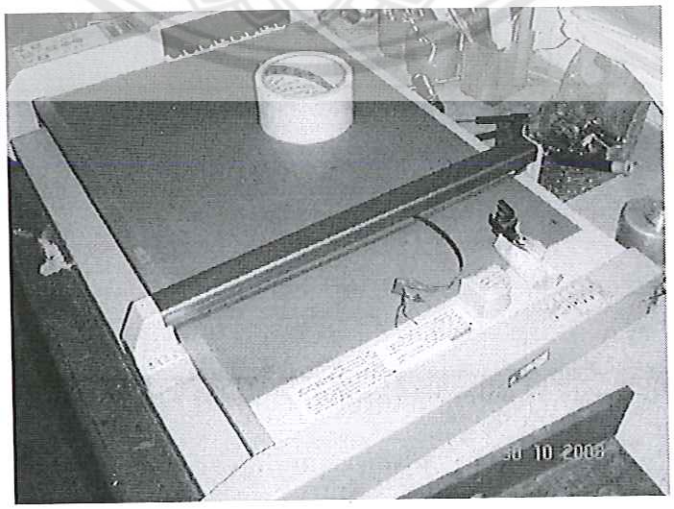
CAM Program จะใช้การป้อนข้อมูล 2 แบบคือ

1. รูปร่างของชิ้นงาน (Part Geometry)
2. ข้อมูลการแปรรูป (Machining Data)

บทที่ 3
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

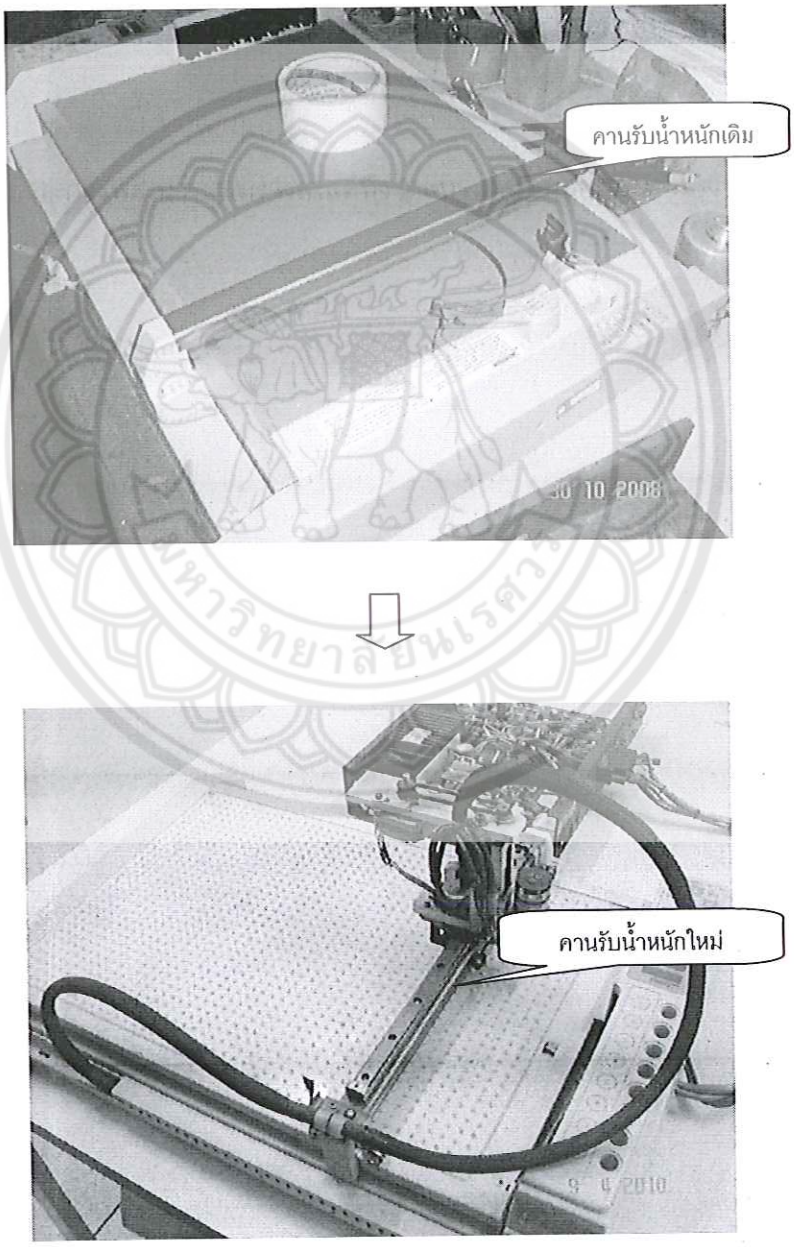
ภายในโครงงานนี้ผู้วิจัยได้นำโครงพล็อตเตอร์เก่าซึ่งส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมการทำงานได้รับความเสียหายมาดัดแปลงสร้างเป็นเครื่องกัดลายวงจร โดยโครงของพล็อตเตอร์เก่าที่นำมาใช้นั้นแสดงดังภาพที่ 3.1 และจากการทดสอบกลไกลการเคลื่อนที่พบว่าทั้งสองแนวแกนยังสามารถใช้งานได้ แต่ยังมีจุดอ่อนอยู่ที่ความแข็งแรงของคานรับน้ำหนักเนื่องจากคานรับน้ำหนักเดิมถูกออกแบบมาสำหรับตัวยึดจับปากกา ซึ่งมีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับกลไกลการเคลื่อนที่แนวแกนดิ่งและตัวจับยึดมอเตอร์กัดลายวงจรที่จะทำการติดตั้งเพิ่มเข้ามา หลังจากได้ตรวจสอบโครงสร้างเบื้องต้นของพล็อตเตอร์เก่าดังกล่าวแล้วผู้วิจัยได้วางแนวทางการดำเนินงานไว้ดังนี้คือ

1. พัฒนาระบบรางสไลด์ทั้ง 2 แนวแกนที่มีอยู่เดิมให้มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น
2. พัฒนาระบบการเคลื่อนที่ในแนวแกนดิ่ง (แกน Z) สำหรับการเคลื่อนที่มอเตอร์กัดลายวงจร (มอเตอร์สปินเดิล)
3. ติดตั้งมอเตอร์สปินเดิล (Spindle) และดอกกัดชิ้นงาน (Tool) สำหรับการกัดลายวงจร
4. พัฒนาและติดตั้งระบบไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ใช้เป็นตัวขับเคลื่อนแกนเคลื่อนที่ในแนวแกนต่าง ๆ รวมทั้งมอเตอร์สปินเดิล
5. ติดตั้งซอฟแวร์ที่จำเป็นสำหรับควบคุมการทำงาน



ภาพที่ 3.1 โครงพล็อตเตอร์เก่า

ขั้นตอนที่ 1. การพัฒนาระบบรางสไลด์ทั้ง 2 แนวแกนที่มีอยู่เดิมให้มีความแข็งแรง จากระบบรางสไลด์เดิมผู้วิจัยได้เปลี่ยนตัวคานรับน้ำหนักใหม่โดยการเคลื่อนที่จะเป็นแบบ Linear Motion ดังแสดงในภาพที่ 3.2 และภาพที่ 3.3 ซึ่งคานรับน้ำหนักใหม่นี้จะมีความแข็งแรง สามารถรับน้ำหนักระบบการเคลื่อนที่ในแนวแกนดิ่งและมอเตอร์สปินเดิลที่จะติดตั้งเพิ่มเข้ามาได้

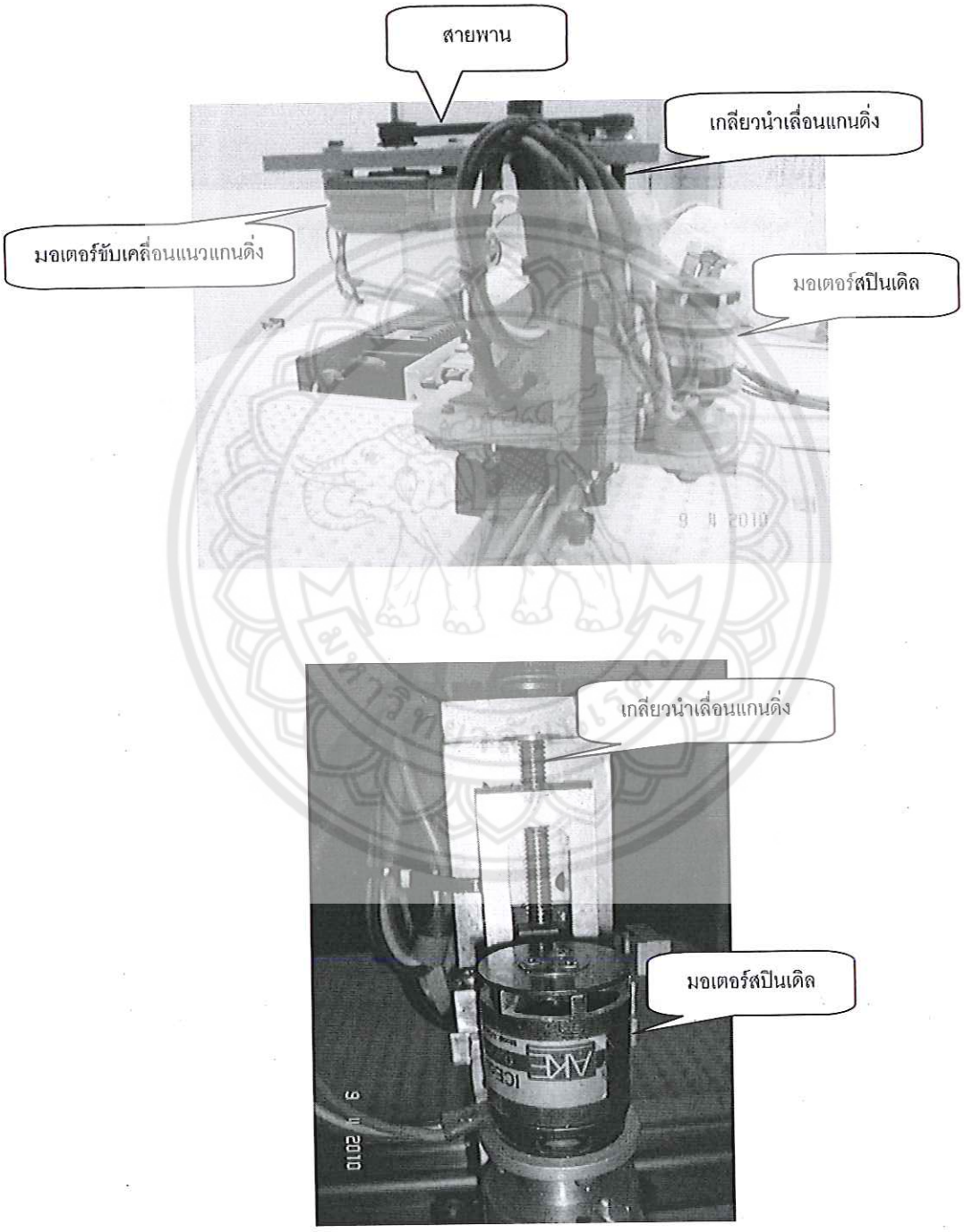


ภาพที่ 3.2 คานรับน้ำหนักแบบเดิมและแบบใหม่

ภาพที่ 3.3 รางสไลด์แบบใหม่ที่ได้พัฒนาขึ้น

ขั้นตอนที่ 2. การพัฒนาระบบการเคลื่อนที่ในแนวแกนดิ่ง

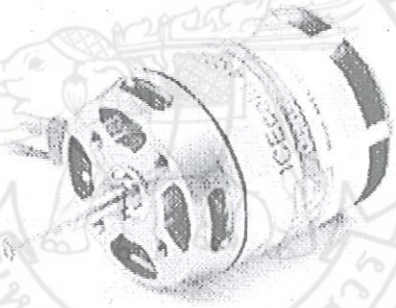
ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาระบบการเคลื่อนที่ในแนวแกนดิ่งขึ้นดังแสดงในภาพที่ 3.4 ทั้งนี้ได้ใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 2 ขั้ว (4 สาย) เป็นตัวขับเคลื่อนเกลียวที่ใช้เป็นตัวเลื่อนชุดจับยึดมอเตอร์สปินเดิล



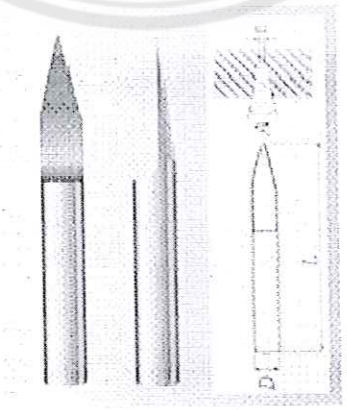
ภาพที่ 3.4 ระบบการขับเคลื่อนแนวแกนดิ่ง

ขั้นตอนที่ 3. การติดตั้งมอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจร

เนื่องจากโครงสร้างของพล็อตเตอร์มีน้ำหนักค่อนข้างเบา แม้ว่าผู้วิจัยจะได้ทำการปรับปรุงคานรับน้ำหนักให้มีความแข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม มอเตอร์สปินเดิลที่ใช้กับเครื่องกัดซีเอ็นซีโดยทั่วไปจะมีน้ำหนักค่อนข้างมาก คานรับน้ำหนักที่ได้พัฒนาขึ้นอาจเกิดการโค้งงอขึ้นภายในอนาคตได้ ผู้วิจัยจึงได้นำมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับเฮลิคอปเตอร์วิทยุบังคับมาประยุกต์ใช้เป็นมอเตอร์สปินเดิล ซึ่งเป็นมอเตอร์ดีซีชนิด BrushlessMotor รุ่น AKE A.K.E ICECOLD 480R3800TF 3800KV 3.17mm shaft โดยมอเตอร์ดังกล่าวนี้จะมีน้ำหนักเบา แต่มีความเร็วรอบค่อนข้างสูงมากนั่นคือประมาณสามหมื่นแปดพันรอบต่อนาที ภาพที่ 3.5 แสดงลักษณะของมอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจรที่นำมาใช้ภายในโครงงาน สำหรับการติดตั้งมอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจรแสดงดังภาพที่ 3.6

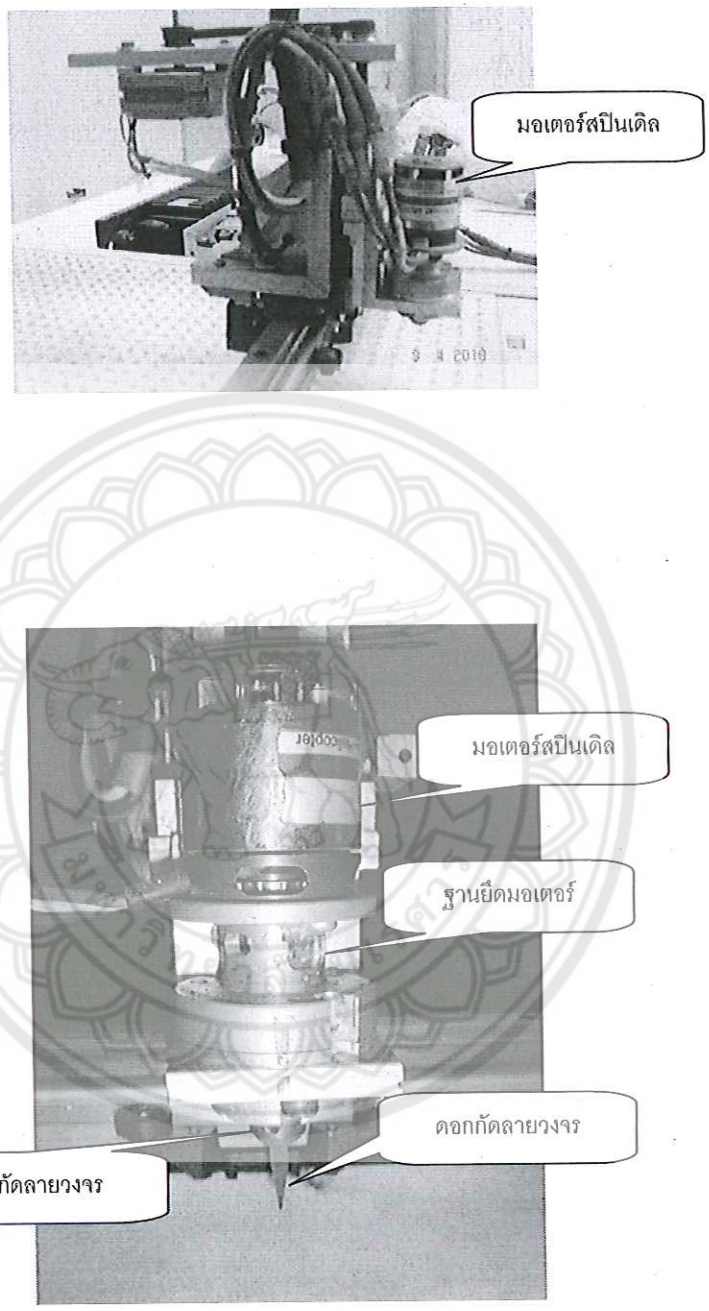


(ก) มอเตอร์สปินเดิล



(ข) ดอกกัดลายวงจร (ด้ามดอกเอ็นมิลขนาด 3.2 mm.)

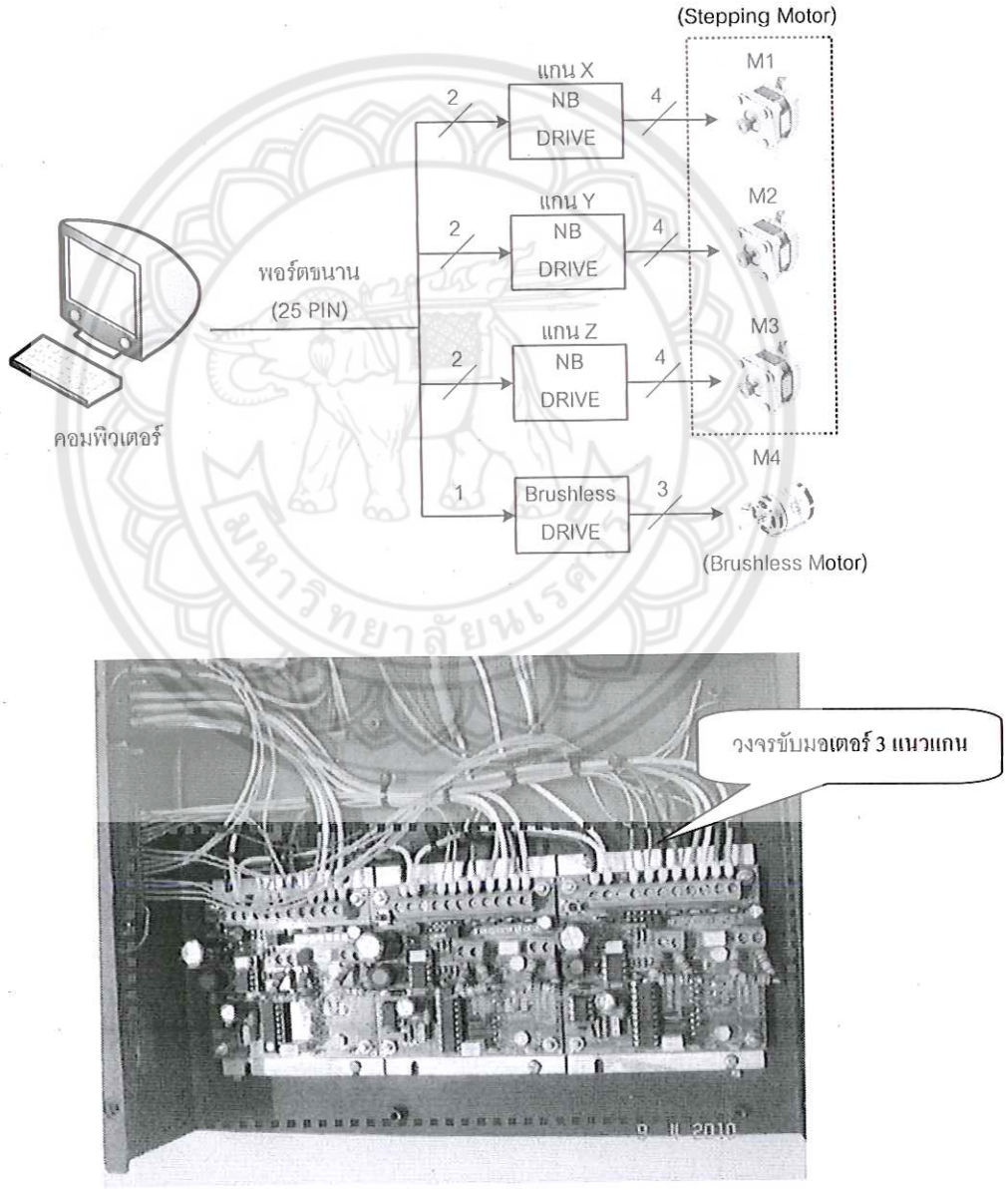
ภาพที่ 3.5 มอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจร



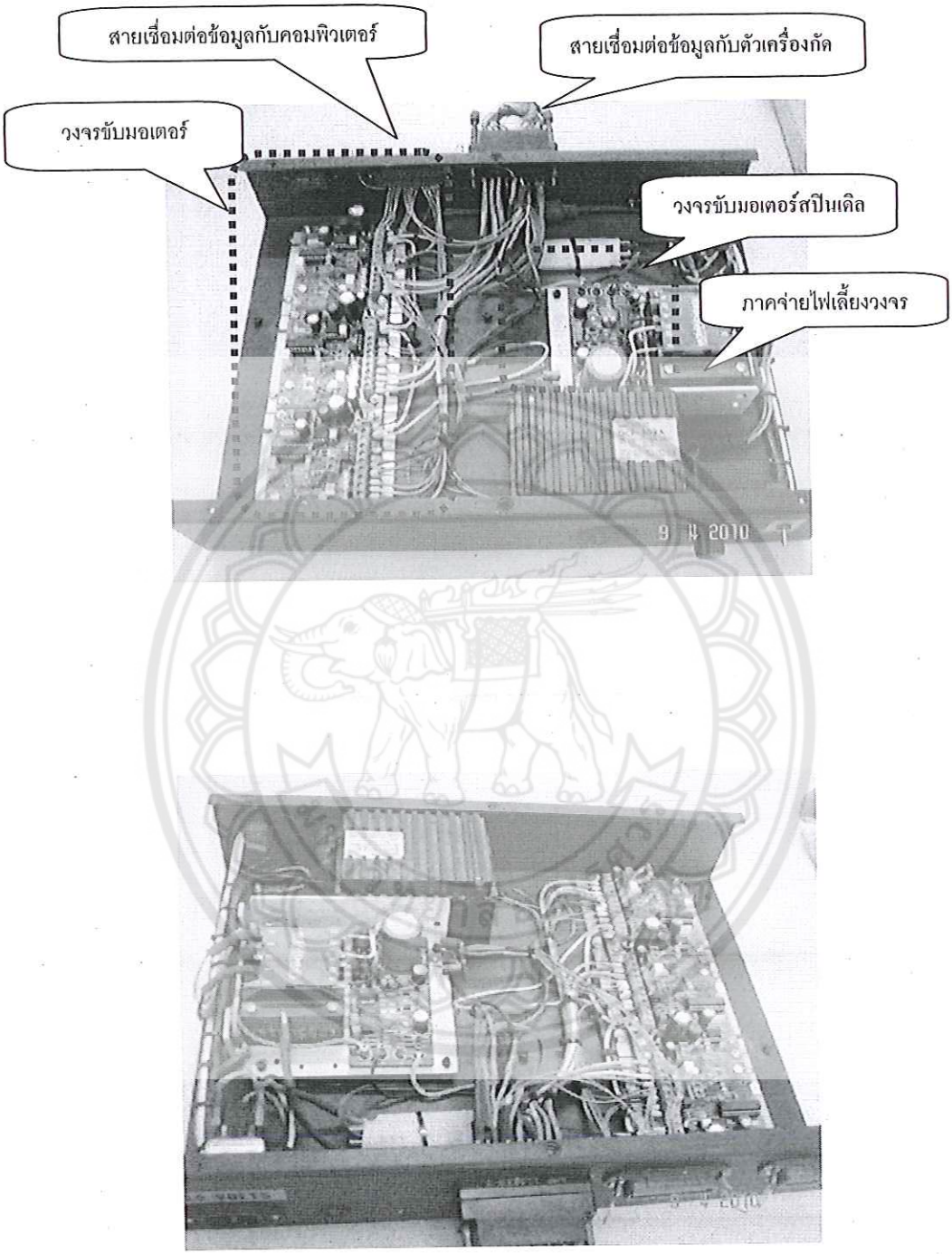
ภาพที่ 3.6 การติดตั้งมอเตอร์สปินเดิลและดอกกัดลายวงจร

ขั้นตอนที่ 4. การพัฒนาและติดตั้งระบบไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการควบคุมการทำงานของมอเตอร์

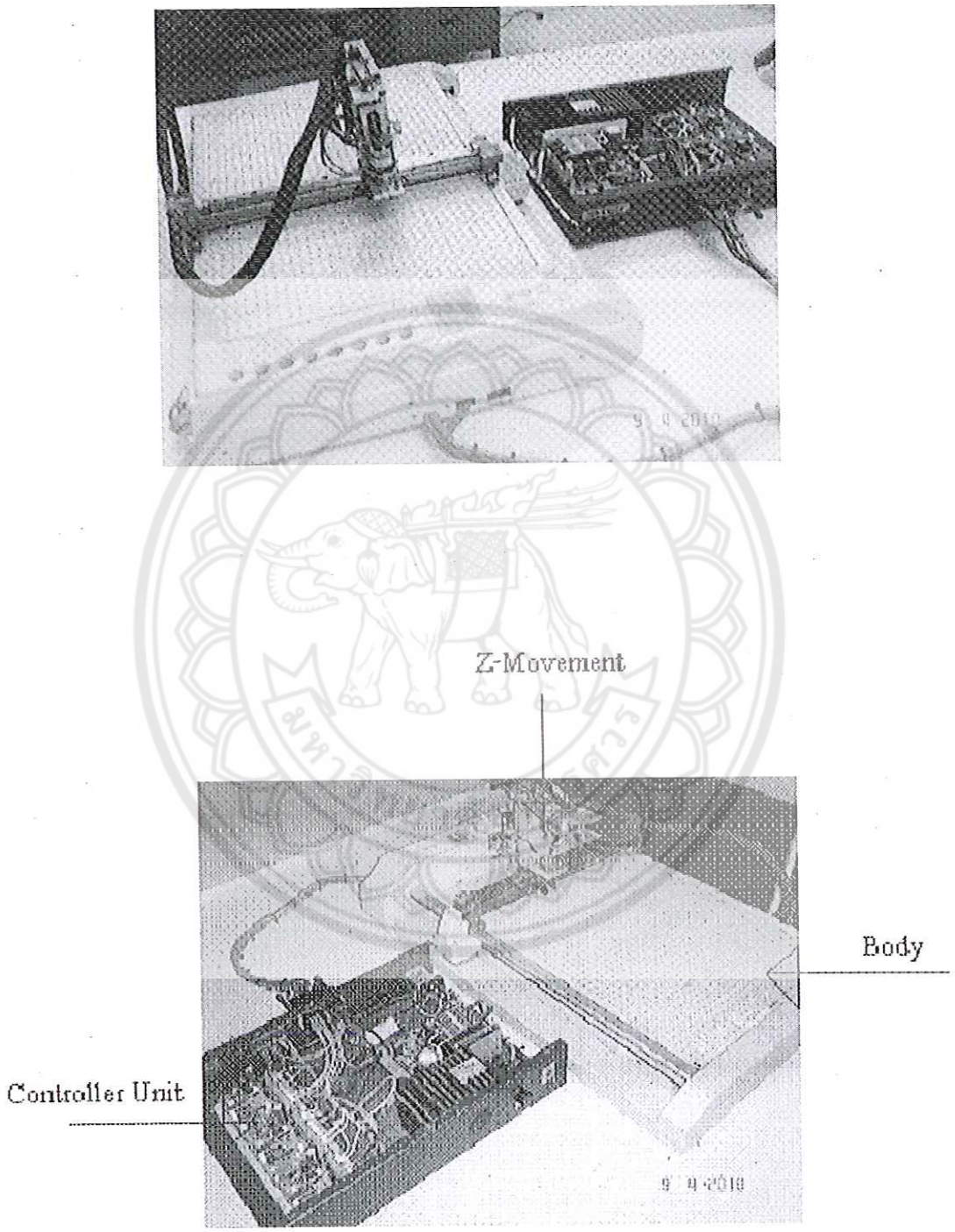
ผู้วิจัยได้ติดตั้งวงจรสำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในแต่ละแนวแกนตามบล็อกไดอะแกรมในภาพที่ 3.7 รวมทั้งมอเตอร์สปินเดิลที่ใช้สำหรับขับหัวกัดลายวงจรโดยได้ทำการออกแบบและติดตั้งแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรไว้ภายในกล่องควบคุมดังกล่าวด้วยดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.7 วงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานของมอเตอร์ 3 แนวแกน



ภาพที่ 3.8 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดภายในกล่องควบคุม

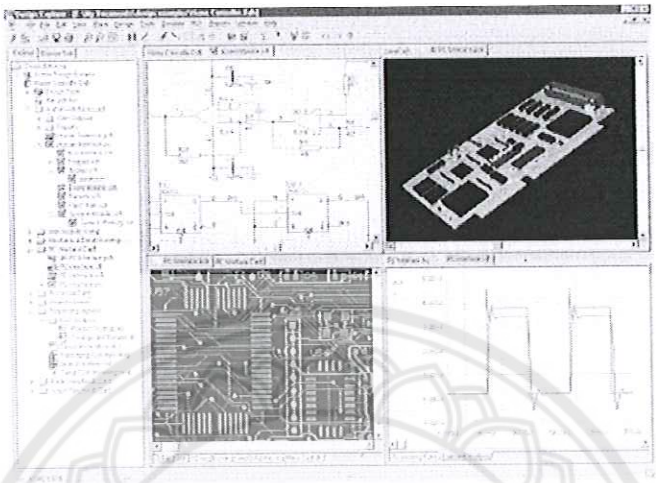


ภาพที่ 3.9 การเชื่อมต่อระหว่างกล่องควบคุมกับตัวเครื่องกัดลายวงจร

ขั้นตอนที่ 5. การติดตั้งซอฟแวร์ที่จำเป็นสำหรับควบคุมการทำงาน

ผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งซอฟแวร์ที่จำเป็นสำหรับควบคุมการทำงาน 3 โปรแกรมดังนี้คือ

1. โปรแกรม Protel 99 [5]



ภาพที่ 3.10 โปรแกรม Protel 99

Rotel 99 เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้ออกแบบวงจรอนาล็อก และดิจิตอล สามารถจำลอง (Simulation) การทำงานของงจรได้ การจำลองสัญญาณทางไฟฟ้า การออกแบบแผ่นปริ้น (PCB) ฯลฯ โดยได้รวมการทำงานทั้งหมดเอาไว้ในโปรแกรมชุดเดียว สามารถจะแบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็นโปรแกรมย่อยดังนี้

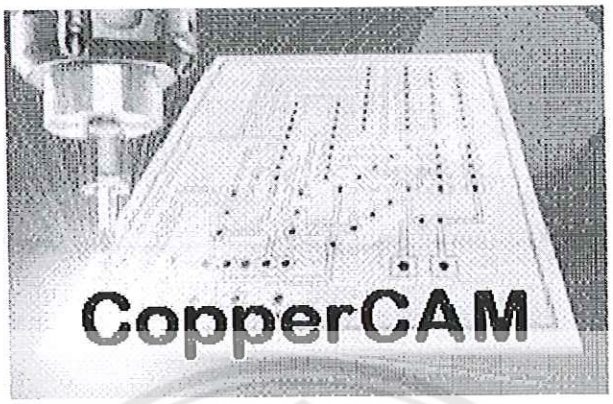
1.1 Protel Schematic เป็นโปรแกรมออกแบบวงจรทางไฟฟ้า - อิเล็กทรอนิกส์มีตัวอุปกรณ์มาตรฐานอยู่ในไลบลารี่จำนวนมาก นอกจากนี้ยังสามารถจะสร้างตัวอุปกรณ์ขึ้นใช้เองได้

1.2 PCB Layout เป็นโปรแกรมอกแบบแผ่นวงจร PCB มีความสามารถในการทำงานสูง โดยเฉพาะการเดินเส้นอัตโนมัติ จะเดินเส้นลายวงจรแบบ Shape Base Routing คือจะพิจารณาตัวอุปกรณ์ที่อยู่รอบข้างด้วย การสร้างกฎในการออกแบบเพื่อให้ชิ้นงานมีความถูกต้องสูง

1.3 Sumulation เป็นโปรแกรมในการจำลองการทำงานของวงจรว่าทำงานถูกต้องหรือไม่โดยใช้โปรแกรม Spice 3f5 จำลองการทำงานแบบอนาล็อก และใช้โปรแกรม SimCode จำลองการทำงานแบบดิจิตอล

1.4 PLD Design เป็นโปรแกรมที่จะใช้ออกแบบพวก PLD (Programmable Logic Design) เช่น อุปกรณ์ PAL, GAL, MACH

2. โปรแกรม CopperCAM [4]



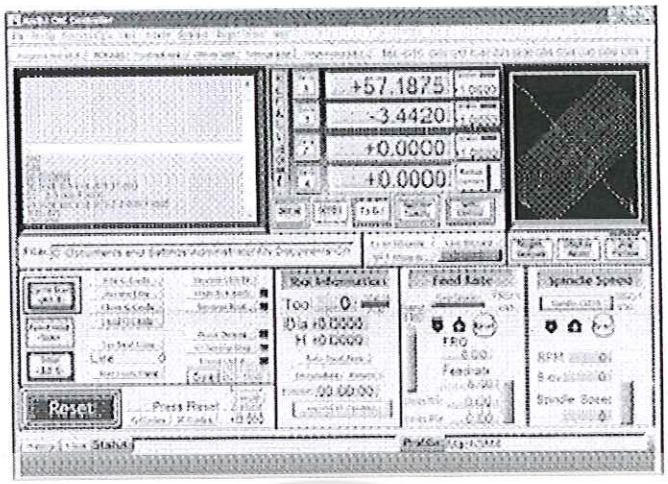
ภาพที่ 3.11 โปรแกรม CopperCAM [4]

โปรแกรม CopperCAM เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนแปลงข้อมูล (จากโปรแกรม Protel 99) ให้เป็น NC Code (G-Code) ซึ่งเป็นภาษาที่เครื่องจักรสามารถอ่านได้ เพื่อให้เครื่องจักรทำงานโดยใช้ชุดคำสั่ง G-Code หรือ NC Code มีการทำงานโดยจะใช้การป้อนข้อมูล 2 แบบคือ

1. รูปร่างของชิ้นงาน (Part Geometry)
2. ข้อมูลการแปรรูป (Machining Data)

3. โปรแกรม Mach 3 [6]

ภาพที่ 3.12 โปรแกรม MACH 3 [6]



ภาพที่ 3.13 หน้าต่างควบคุมการทำงานของโปรแกรม MACH 3

โปรแกรม Mach 3 เป็นตระกูลซอฟท์แวร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดย Art, บริษัท Newfangled Solutions สำหรับงานอดิเรกทางด้าน CNC เป็นเบื้องต้น แต่ในที่สุดได้รับความนิยมและถูกนำไปใช้อย่างจริงจังในภาคอุตสาหกรรมขนาดย่อม คุณสมบัติเด่นของโปรแกรม Mach 3 สามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

1. การดัดแปลงเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีมาตรฐานให้เป็นเครื่องควบคุมมินิซีเอ็นซี 6 แกน โดยสามารถรองรับจีโค้ดและขับเคลื่อนแกนต่าง ๆ ถึง 6 แกนพร้อม ๆ กัน

2. อนุญาตให้ทำการอิมพอร์ทไฟล์ DXF, BMP, JPG, และ HPGL โดยผ่านซอฟท์แวร์ LazyCam

3. สามารถแสดงจีโค้ดหรือทูลพาธในรูปแบบกราฟิกในแบบสองและสามมิติ โดยคุณสมบัติดังกล่าวนี้นี้มีประโยชน์มากสำหรับดูเส้นทางเดินดอกกัด (tool path) เพื่อช่วยตรวจสอบตำแหน่งชิ้นงานในช่วงของการตั้งและใช้ดูงานกัดแบบเรียลไทม์ขณะที่เครื่องทำงาน ในกรณีที่ต้องหยุดงานโดยความตั้งใจหรือเกิดจากอุบัติเหตุเช่นดอกกัดหัก เราสามารถสกรอล์คำสั่งจีโค้ดในช่องแสดง G-code และสังเกตการวิ่งของเส้นไฮไลท์ของกราฟิกทูลพาธ ทำให้สามารถกลับมากัดงานตำแหน่งเดิมได้อย่างรวดเร็ว

4. สร้าง G-code ผ่านซอฟท์แวร์ LazyCam หรือผ่านซอฟท์แวร์ Wizards ภายในตัว เช่นงานเจาะรูที่มีระยะห่างเท่ากัน งานขุดทรงกลม (circular pocket) เป็นต้น

5. ผู้ใช้สามารถปรับแต่งหน้าตา (GUI) ของซอฟท์แวร์ได้ ผู้ใช้สามารถติดตั้งปรับเปลี่ยนหรือออกแบบหน้าตาของของโปรแกรมให้เหมาะสมกับงานของตัวเองได้

สำนักหอสมุด
22 ส.ค. 2554

6. ปรับแต่ง M-Codes และ Macros โดยใช้ภาษา VBscript สามารถปรับแต่งหรือจัดการให้โปรแกรมทำงานแบบอัตโนมัติในรูปแบบที่ต้องการด้วยการบังคับผ่านทางการเขียนโปรแกรม

7. สามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์สปินเดิลทั้งแบบแบบปิดเปิด แบบสร้างความถี่ผ่านทางเอาท์พุท spindle step (มีฮาร์ดแวร์แปลงความถี่ไปเป็นความเร็ว หรือผ่านตัวแปลงความถี่ไปเป็นแรงดันไฟฟ้า ซึ่งนิยมใช้กับอินเวอร์เตอร์) และแบบให้สัญญาณเป็นแบบ PWM (pulse width modulator) นอกจากนี้ยังมีอินพุทสำหรับวัดความเร็วรอบจริงของสปินเดิลมอเตอร์ได้

8. ควบคุมรีเลย์ได้หลายตัว สามรองรับการใช้เอาท์พุทรีเลย์อย่างมากมายเช่น การปิดเปิดรีเลย์สำหรับการหมุนสปินเดิลมอเตอร์ตามเข็มและทวนเข็ม ปั๊มน้ำหล่อเย็น หัวเป่าลม และอื่นๆ

9. สามารถรับสัญญาณพัลส์จากจ็อกไดอัล (MPG) ได้ในเครื่องซีเอนซีขนาดใหญ่มักจะมีคันบังคับ (pendant) ติดมาด้วย บนคันบังคับนี้จะมีจ็อกไดอัลซึ่งเป็นอุปกรณ์สร้างสัญญาณพัลซ์ช่วยใช้บังคับตำแหน่งหัวกัด เดินหน้าถอยหลัง ซ้ายขวา บนล่าง ด้วยการเลือกแกนและหมุนก้านไดอัล หากหมุนเร็วหัวกัดก็จะเคลื่อนที่เร็ว หมุนช้าหัวกัดจะขยับช้าตามเป็นต้น

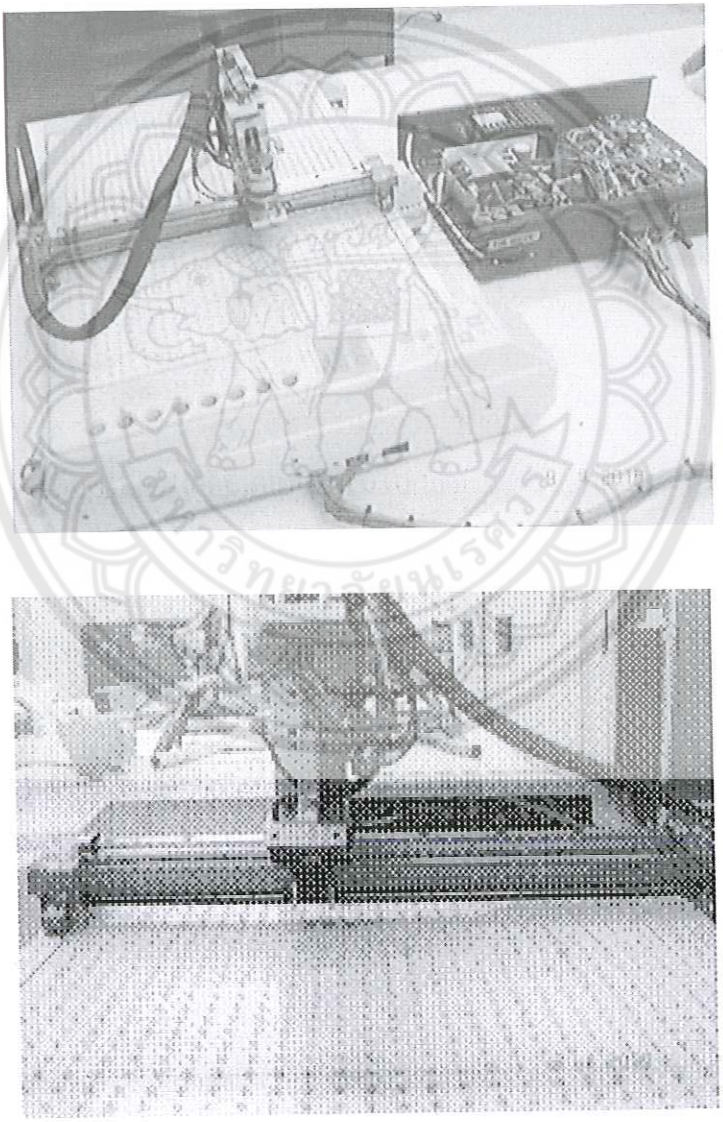
10. แสดงภาพจากกล้อง Video ได้สำหรับวางและเล็งชิ้นงาน

11. ใช้กับจอ Touch screen ได้ ตัวโปรแกรมถูกออกแบบมาให้ใช้กับจอสัมผัสจะสังเกตได้ว่าปุ่มต่าง ๆ บนจอจะมีขนาดใหญ่เป็นการเอื้ออำนวยให้ผู้ใช้ที่จะจัดหาแผ่นสัมผัสหรือ touch screen มาครอบจอเดิมหรือเลือกซื้อจอมอนิเตอร์ที่เป็นแบบจอสัมผัสสำเร็จรูป ช่วยให้การใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

12. ปุ่มรับคำสั่งและหน้าตาของซอฟท์แวร์ปรับเปลี่ยนขนาดให้เหมาะกับขนาดของจอมอนิเตอร์โดยอัตโนมัติไม่ว่าจะใช้จอมอนิเตอร์ใหญ่หรือเล็ก

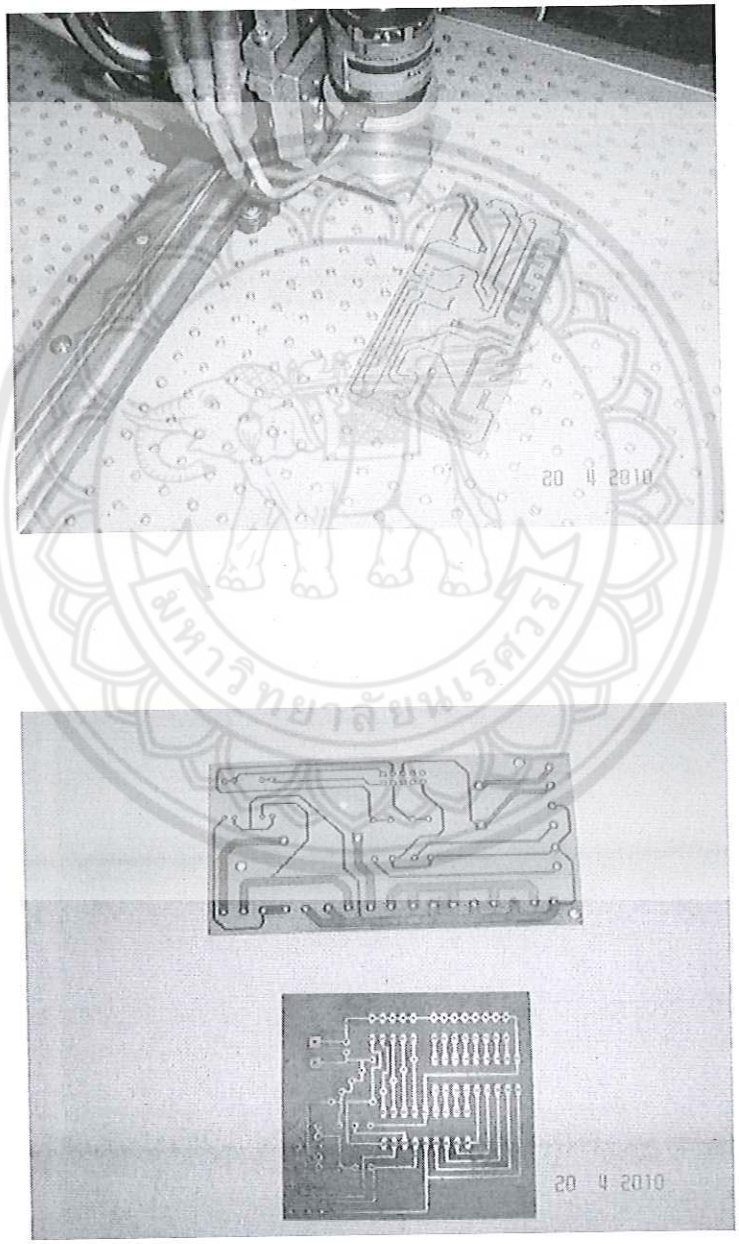
บทที่ 4
การทดสอบและผลการทดสอบการทำงาน

จากการดำเนินการออกแบบและพัฒนาเครื่องกัดลายวงจรขึ้นตามลายละเอียดในบทที่ 3 ซึ่งจะได้รูปร่างหน้าตาเครื่องกัดดังแสดงในรูปที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบสมบัติการใช้งานต่าง ๆ ได้แก่ระยะการเคลื่อนที่ในแนวแกนราบ (แนวแกน X-Y) พบว่าสามารถทำงานได้ในระยะ 300x200 $(mm)^2$ โดยมีความละเอียดในการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.01 mm



ภาพที่ 4.1 เครื่องกัดลายวงจรที่พัฒนาขึ้น

หลังจากได้ทำการตรวจสอบระยะการเคลื่อนที่ในแนวแกนราบแล้ว ผู้วิจัยได้นำเครื่องกัดไปทำการทดสอบกัดลายวงจรจริงซึ่งพบว่าสามารถทำงานได้จริง ลายวงจรที่ได้มีความคมชัดสวยงามดังแสดงในภาพที่ 4.2 ต่อจากนั้นได้ทำการทดสอบความกว้างของเส้นลายวงจรที่เครื่องสามารถกัดได้โดยไม่เกิดความเสียหายหรือการขาดของเส้นพบว่ามีค่าประมาณเท่ากับ 0.1 mm



ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างลายวงจรที่ได้จากการทดสอบ

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

โครงงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและพัฒนาสร้างเครื่องกัดลายวงจรที่พัฒนาดัดแปลงขึ้นจากโครงพล็อตเตอร์เก่าซึ่งส่วนของวงจรไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ได้รับความเสียหาย ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบระบบและติดตั้งวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับการควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของเครื่องในจักรในแนวแกนต่าง ๆ ขึ้นใหม่ รวมทั้งติดตั้งระบบควบคุมการทำงานของมอเตอร์สปินเดิลซึ่งใช้เป็นตัวหมุนดอกกัดลายวงจร ได้ทำการพัฒนาปรับปรุงส่วนของคานรับน้ำหนักขึ้นใหม่ให้มีความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้มากขึ้น มอเตอร์ขับเคลื่อนในแต่ละแนวแกนเคลื่อนที่นั้นเป็นมอเตอร์ชนิดสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ส่วนมอเตอร์สปินเดิลดัดแปลงมาจากมอเตอร์มอเตอร์ไฟฟ้าดีซีชนิด BrushlessMotor รุ่น AKE A.K.E ICECOLD 480R3800TF 3800KV 3.17mm shaft ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ใช้ภายในเฮลิคอปเตอร์วิทยุบังคับ โดยมีความเร็วรอบสูงสุดประมาณเท่ากับสามหมื่นแปดพันรอบต่อนาที ระยะการเคลื่อนที่ในแนวแกนราบของเครื่องกัดเท่ากับ 300x200 $(mm)^2$ โดยมีความละเอียดในการเคลื่อนที่เท่ากับ 0.01 mm เส้นลายวงจรที่แคบที่สุดเท่ากับ 0.1 mm การนำไปประยุกต์ใช้เพื่อกัดลายวงจรพบว่าสามารถใช้งานได้จริงลายวงจรมีความคมชัดและสวยงาม

จากการดำเนินงานในครั้งนี้ผู้วิจัย ได้องค์ความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการพัฒนาออกแบบวงจรควบคุมระบบการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรและการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและได้เครื่องกัดลายวงจรต้นแบบราคาถูก ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] Wikipedia.(2009, Jan 30). *Printed circuit board*. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Printed_circuit_board.

[2] Wikipedia.(2009, Jan 30). *Plotter*. [Online]. Available : http://en.wikipedia. Org/wiki/Plotter.

[3] สถาบันไทย-เยอรมัน. **เอกสารการฝึกอบรม CNC Milling**. ชลบุรี : สถาบันไทย-เยอรมัน, 2545.

[4] B. Lenoir_Welter. (2010, Jan 15). *CopperCAM*. [Online]. Available : http://www.galaad.net/coppercam-eng.html

[5] ประภาส สุวรรณเพชร. (4 พ.ย.2551). *Protel*. [Online]. Available : http://www.praphas.com/index.php?option=com_content&vie=article&id=68:protel-1-sch-document&catid=36:2008-11-04-15-15-

[6] Newfangled Solutions. (2010, Jan 15). *Mach3 introduction*. [Online]. Available : http://www.cncroom.com/index.php?main_page=product_info&cPath=6&products_id=17

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายสมศักดิ์ อนุสุเรนทร์

ตำแหน่งปัจจุบัน : นักวิชาการโสตทัศนศึกษา

หน่วยงาน : สำนักงานเลขานุการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก

โทรศัพท์ 055-963544

ประวัติการศึกษา

ปริญญาโท	การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี พ.ศ.2549
ปริญญาตรี	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการผลิต มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลย์สงคราม ปี พ.ศ.2545
ปวส.	ช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยบริหารธุรกิจและเทคโนโลยี พิษณุโลก