



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแบบและหนัง

โดย นายวันสรรค์ จุลโพธิ์

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงศ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุตรดี)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร)

การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแบบและหนัง

นายวันสวรรค์ จุลโพธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายวันสรรค์ จุลโพธิ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแบบและหนัง
สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิต
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ บุตรดี
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องหนังซึ่งนับวันจะมีการแข่งขันที่สูงขึ้น การพัฒนาระบบการออกแบบ (Design) จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากการออกแบบเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตหากแบบที่ตัดออกไปมีจุดบกพร่องจะทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหาย ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องหนังส่วนใหญ่ใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ในการออกแบบและตัดแบบ (Pattern) สูง อย่างไรก็ตามคุณภาพของการออกแบบและการตัดแบบยังใช้เวลานานพร้อมทั้งความแม่นยำยังไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับบุคลากร จากการศึกษาและเก็บข้อมูลภายในโรงงานทำให้ทราบว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนังจะใช้แรงงานคนในการตัดแบบ ซึ่งไม่สามารถกำหนดระยะเวลาในการออกแบบและกำหนดเวลาในการตัดแบบ

งานวิจัยนี้ได้มีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดหนัง โดยส่วนตัวเครื่องอาศัยหลักการทำงานของ CNC ใช้บอลสกรู เป็นชุดขับเคลื่อน สเต็ปมิ่งมอเตอร์ เป็นต้นกำลัง คำสั่งควบคุมการทำงาน ใช้หลักการ Standard G Code จากระบบควบคุมโปรแกรม K CAM 4 ส่วนของชุดหัวตัดใช้ใบคัตเตอร์มุม 30 องศาอาศัยหลักการของมุม Caster การจับยึดชิ้นงานใช้ระบบสูญญากาศ ในการสร้างเครื่องตัดแบบและหนังได้นำเอาอุปกรณ์ตามท้องตลาดมาสร้างขึ้นทำให้มีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบกับเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ นอกจากนี้เครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศตัดกระดาษได้หนาสูงสุด 0.3 มิลลิเมตรแต่ไม่สามารถตัดหนังได้ เครื่องตัดแบบและหนังมีความสามารถตัดกระดาษที่มีความหนา 0.3-3 มิลลิเมตร และสามารถตัดหนังแพะที่มีความหนา 0.5-2.5 มิลลิเมตร จากการทดลองพบว่าเครื่องตัดแบบและหนังมีค่าความผิดพลาดในการตัดประมาณ 0.01 มิลลิเมตร และเมื่อทำการเปรียบเทียบการทำงานกับคนแล้วมีความเร็วในการตัดมากกว่า 15.75 %

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 79 หน้า)

คำสำคัญ : อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องหนัง, เครื่องตัดแบบและหนัง, แบบและหนัง



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr. Wansan Julapo
Thesis Title : Design and Development Pattern and Leather Cutting Machine
Major Field : Production Engineering
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Suthep Butdee
Academic Year : 2006

Abstract

Recently, leather good industry is increasingly attractive and also more competitive. Product design must be fast and flexible based on the variety of market and customer requirements. Therefore, product design lead-time is the major critical factors to be the treat the competition. Pattern design and cutting is one of the areas that are time consuming. Traditionally, it is used experience operators. However, the pattern is not consistent. In addition, it is wasted the time to make leather cutting according to the pattern. This research aims to reduce the pattern cutting process by using CAD in order to create a new product model. Then, the model is generated tool path cutting for the leather material directly. The machine development is based on the CNC - Computer Numerical Control. Ball screw is designed to drive the cutting blade depended on the controller, model K CAM 4. The cutting head is used for holding the cutting blade which is used the caster 30° angle. Leather material is fixed by vacuum system. The holding leather table size is 300 x 400 mm.

The Leather Machine Cutting (LCM) is successfully tested for the 0.5-2.5 mm. of leather, whereas it can cut 0.3-3 mm. of carton. The cutting error is about 0.01 mm The machine can improve productivity for leather cutting.

(Total 79 pages)

Keywords : Leather Cutting Machine, Pattern, Leather

..... 

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของบุคลากร และหน่วยงานหลายฝ่าย ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุเทพ บุตรดี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยดูแล ให้คำแนะนำ และชี้แจงจุดบกพร่องต่างๆ และอาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ นุ่มทอง ที่ช่วยตรวจสอบและทำการแก้ไขวิทยานิพนธ์ เพื่อสมบูรณ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณสมาคมเครื่องหนังแห่งประเทศไทย ที่ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการผลิตที่ช่วยเหลือในการดำเนินการต่างๆ

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา รวมทั้งครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยให้กำลังใจและให้การสนับสนุนด้านการเงินแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

วันสรรค์ จุลโพธิ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 โครงสร้างอุตสาหกรรมกระเป๋านึ่งในประเทศไทย	3
2.2 กระดาษ	11
2.3 การสีกรอของคมตัด	14
2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักร ซี เอ็น ซี	17
2.5 ส่วนประกอบและหน้าที่ของเครื่องตัด	22
2.6 ระบบแกนรนาบของเครื่องตัด	25
2.7 ทฤษฎีเบื้องต้นของสแตปป์มอเตอร์	29
2.8 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์	30
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	37
3.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการสร้างเครื่อง	37
3.2 แนวความคิดการออกแบบเครื่องตัดแบบและหนัง	38
3.3 สร้างเครื่องตัดแบบและหนัง	38
บทที่ 4 ผลการทดลอง	52
4.1 การติดตั้งและวิธีการใช้งานเครื่องตัดแบบและหนัง	52
4.2 การทดลอง	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผลการวิจัย	63
5.2 ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	64
ภาคผนวก ก	66
ข้อมูลในการเลือกอุปกรณ์	67
ภาคผนวก ข	73
แบบเครื่องตัดแบบและหนังสือ	74
ประวัติผู้วิจัย	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	แสดงต้นทุนการผลิตกระเป๋าทัน	6
2-2	วิธีการดูคุณภาพหนังดี	9
2-3	แรงที่ใช้ในการตัด	10
2-4	แสดงมิติพาริตีของข้อมูล	28
3-1	การเปรียบเทียบชุดขับเคลื่อน	38
3-2	โมดูลัสของความยืดหยุ่นของโลหะบางชนิด	43
3-3	รายละเอียดเครื่องตัดแบบและหนัง	52
4-1	เกณฑ์ในการตัดหนัง	59
4-2	เกณฑ์ในการตัดกระดาษ	59
4-3	การเปรียบเทียบการตัดชิ้นงานต่อเวลา	60
4-4	ความสามารถของเครื่องตัดแบบและหนัง	61
4-5	การเปรียบเทียบเครื่องตัดแบบและหนังกับเครื่อง FC 2240 Series	62
ก-1	ตารางเลือก Coupling	67
ก-2	ตารางเลือก Stepping Motor	68
ก-3	แสดงค่าชิ้นงานทดสอบ	69
ก-4	แสดงค่าชิ้นงานทดสอบ	70
ก-5	แสดงค่าชิ้นงานทดสอบ	71
ก-6	แสดงค่าชิ้นงานทดสอบ	72

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 ขั้นตอนในการผลิตกระเป๋าทัน	5
2-2 โครงสร้างกระดาษ	11
2-3 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษ	13
2-4 การดำเนินการฝึกขาด	14
2-5 แสดงการสึกหรอของคมตัด	14
2-6 การระบบทำงานของ CNC (Computerized Numerical Control)	16
2-7 ขั้นตอนการผลิตงานด้วยเครื่องกัด CNC	17
2-8 การทำงานของคอมพิวเตอร์	18
2-9 ลักษณะการเคลื่อนที่แนวแกน	19
2-10 บอลสกรู	19
2-11 กฏมือขวา	20
2-12 แนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องตัดแบบและหนึ่ง	21
2-13 แบบชิ้นงานในระบบโคออดิเนต	21
2-14 แบบชิ้นงานในระบบโคออดิเนต	21
2-15 จุดศูนย์งานอยู่มุมซ้าย-ด้านล่าง	23
2-16 จุดศูนย์งานอยู่กึ่งกลาง	23
2-17 แสดงหน้าต่างตัดขาด VR มอเตอร์	24
2-18 แสดงวงจรการกระตุ้นเฟส	24
2-19 แสดงจังหวะการหมุน	25
2-20 แสดงภาพหน้าต่างและการพันลวด PM มอเตอร์	26
2-21 แสดงการกระตุ้นเฟส PM มอเตอร์	27
2-22 แสดงลักษณะการหมุนของ PM มอเตอร์	27
2-23 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ต	29
2-24 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89Cxx	31
2-25 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89Sxx	32
2-26 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	33
2-27 โครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-1 ด้านหน้าชุดตู้ควบคุม	39
3-2 การต่อสายพ่วงระหว่างตู้ควบคุมกับเครื่อง	39
3-3 วงจรการควบคุม	40
3-4 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์	41
3-5 ลำดับขั้นตอนการทำงานของกรับข้อมูล	42
3-6 ตัวเครื่องจักร	43
3-7 มุม caster	44
3-8 หลักการทำงานของชุดมีด	45
3-9 ชุดแผ่นกดชิ้นงาน	45
3-10 กล้องสุญญากาศ	46
3-11 LM Block	47
3-12 Ball Screws	48
3-13 Support Unit	49
3-14 Fix side	50
4-1 แสดงการงานเปิดใน Master CAM	53
4-2 set post processor	54
4-3 ลองทำการตัดในโปรแกรม	54
4-4 เปิดโปรแกรม K cam 4	55
4-5 การ set parameter	55
4-6 นำชิ้นงานวางบนกล้องสุญญากาศ	56
4-7 การวางชิ้นงาน	56
4-8 การวางชิ้นงานจะต้องปิดรูปบนกล้องสุญญากาศเกิน 80%	57
4-9 ปรับแกน Z ลงมาตามความหนาของชิ้นงาน	57
4-10 ลากหัวตัดไปที่จุดเริ่มต้น	58
4-11 แบบกระเป๋าทิ้ง	58
4-12 แบบ	59
4-13 แบบงานที่ทำการทดสอบ	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ช-1	ภาพประกอบเครื่องตัดแบบและหนัง	74
ช-2	ภาพประกอบชุดหัวตัด	75
ช-3	ภาพชุดแท่นเลื่อนแกน X	76
ช-4	ภาพชุดแท่นเลื่อนแกน Y	77
ช-5	ภาพชุดแท่นเลื่อนแกน Z	78

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องหนังซึ่งนับวันจะมีการแข่งขันที่สูงขึ้น การพัฒนาระบบการออกแบบ (Design) และการตัดแบบจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งเนื่องจากการออกแบบเป็นจุดเริ่มต้นของการผลิตหากแบบที่ตัดออกไปมีจุดบกพร่องก็จะทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหาย อย่างไรก็ตามอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องหนังมีความจำเป็นจะต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์ในการออกแบบ (Design) และตัดแบบ (Pattern) สูง

ในระบบ CAD/CAM ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตมีประโยชน์อย่างมากในกระบวนการผลิตซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ไปจนถึงกรรมวิธีการผลิตและการประกอบ เช่นสามารถพัฒนาผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาดได้รวดเร็วทำให้ลดต้นทุนการผลิต และยังสามารถปรับปรุงคุณภาพในการผลิต แต่ระบบ CAD/CAM ยังมีปัญหาโดยยิ่งถ้า Software ที่ใช้มีความสลับซับซ้อนมากขึ้นเพียงใดก็ยิ่งจะทำให้วิธีการใช้สลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้นเท่านั้น

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลภายในโรงงานตัวอย่างทำให้ทราบว่าการออกแบบ (Design) ผลิตภัณฑ์เครื่องหนังซึ่งใช้แรงงานคนในการตัดแบบไม่สามารถกำหนดระยะเวลาในการออกแบบ และกำหนดเวลาในการตัดแบบ (Pattern) ทั้งยังไม่มีการกำหนดลำดับในการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนังและผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นต้องเป็นพนักงานที่มีประสบการณ์การทำงานมานานและยังจำกัดอยู่ในวงแคบ ทั้งการเก็บแบบ (Pattern) ของผลิตภัณฑ์เครื่องหนังก็ยังเก็บไว้ในแฟ้มเอกสารทำให้ไม่สะดวกในการนำมาใช้เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนังตัวอื่นๆและเปลืองเนื้อที่ในการจัดเก็บ

จากปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นงานวิจัยนี้ได้ศึกษากรณีตัวอย่างโรงงานในระบบการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนังโดยได้ใช้ระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์และเครื่องมือในการตัดแบบและหนัง เพื่อช่วยออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนังโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย การเลือกเครื่องมือตัด การเลือกพารามิเตอร์ต่างๆของเครื่องจักรให้เหมาะสมกับลักษณะงาน โดยเครื่องตัดแบบและหนังที่สร้างขึ้นจะสามารถตัดกระดาษแข็งและหนังได้ ราคาของเครื่องจะถูกกว่าเครื่องตัดหนังที่นำเข้าจากต่างประเทศและยังสามารถตัดแบบและหนังได้หนากว่าเครื่องตัดหนังที่นำเข้าจากต่างประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องตัดแบบและหนัง
- 1.2.2 เพื่อทดสอบความสามารถของเครื่องตัดแบบและหนังที่สร้างขึ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 ศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแบบและโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยในการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องหนัง
- 1.3.2 เครื่องตัดแบบและหนังสามารถตัดกระดาษแข็งที่มีความหนา 0.3-2 มิลลิเมตร
- 1.3.3 เครื่องตัดแบบและหนังสามารถตัดหนังที่มีความหนา 0.5-2 มิลลิเมตร

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเครื่องมือตัด
- 1.4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลและสร้างเครื่องมือตัดแบบ
- 1.4.3 ทดสอบเครื่องตัดแบบและหนังระบบโปรแกรม
- 1.4.4 ประเมินผลและสรุปผลการวิจัย
- 1.4.5 จัดทำเอกสารการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

- 1.5.1 ได้เครื่องมือตัดแบบและหนัง ที่สามารถทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง
- 1.5.2 ให้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแบบและหนัง
- 1.5.3 ได้ระบบการตัดหนังที่มีความยืดหยุ่นสูง
- 1.5.4 สามารถลดเวลาในการตัดแบบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตัดแบบและหนังสือรวมไปถึงตัวชี้งานคุณสมบัติของชิ้นงาน รวมทั้งงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็นส่วนๆ ดังนี้

- 2.1 โครงสร้างอุตสาหกรรมกระเป๋าทรงในประเทศไทย
- 2.2 กระดาษ
- 2.3 การสีกรของคมตัด
- 2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักร ซี เอ็น ซี
- 2.5 ส่วนประกอบและหน้าที่ของเครื่องตัด CNC (Component and Function of CNC)
- 2.6 ระบบแกนระนาบของเครื่องตัด CNC (M/C plan & Coordinate System)
- 2.7 ทฤษฎีเบื้องต้นของสเต็ปมิ่งมอเตอร์
- 2.8 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างอุตสาหกรรมกระเป๋าทรงในประเทศไทย

2.1.1 โครงสร้างการผลิตของอุตสาหกรรมกระเป๋าทรง (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม)

2.1.1.1 ลักษณะการผลิตกระเป๋าทรงในประเทศไทย มีทั้งผลิตและจำหน่ายในประเทศสำหรับผลิตเพื่อการส่งออกมีลักษณะการผลิตได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

ก) กลุ่มผู้ผลิตกระเป๋าทรงรายใหญ่ที่มีตราสินค้าเป็นของตนเอง ซึ่งไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันต่อความต้องการสั่งซื้อจากทั้งภายในและภายนอกประเทศ จึงต้องส่งต่อช่วงการผลิตให้กับโรงงานขนาดกลางและขนาดย่อม

ข) กลุ่มผู้ผลิตตามสัญญาจ้างหรือรับช่วงผลิตให้แก่ผู้ค้าหรือผู้ผลิตกระเป๋าทรงที่มีชื่อเสียงในต่างประเทศภายใต้เครื่องหมายการค้าแบบ ขนาด และวัตถุดิบในการผลิตเป็นของผู้ว่าจ้างและจัดส่งผลิตภัณฑ์ที่ผลิตเสร็จแล้วไปยังตลาดต่างประเทศ

ค) กลุ่มที่ผลิตเพื่อจำหน่ายเองโดยใช้เครื่องหมายการค้า แบบ ขนาด และวัตถุดิบเป็นผู้ผลิต โดยมีทั้งที่ผลิตตามรูปแบบของต่างประเทศ หรือผู้ผลิตเป็นผู้ออกแบบเอง ให้เข้ากับรสนิยมการผลิตทั้งเพื่อจำหน่ายทั้งในประเทศและส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ

2.1.1.2 ขั้นตอนการผลิตกระเป๋าทรง อุตสาหกรรมกระเป๋าทรงสามารถจำแนกลักษณะการผลิตแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

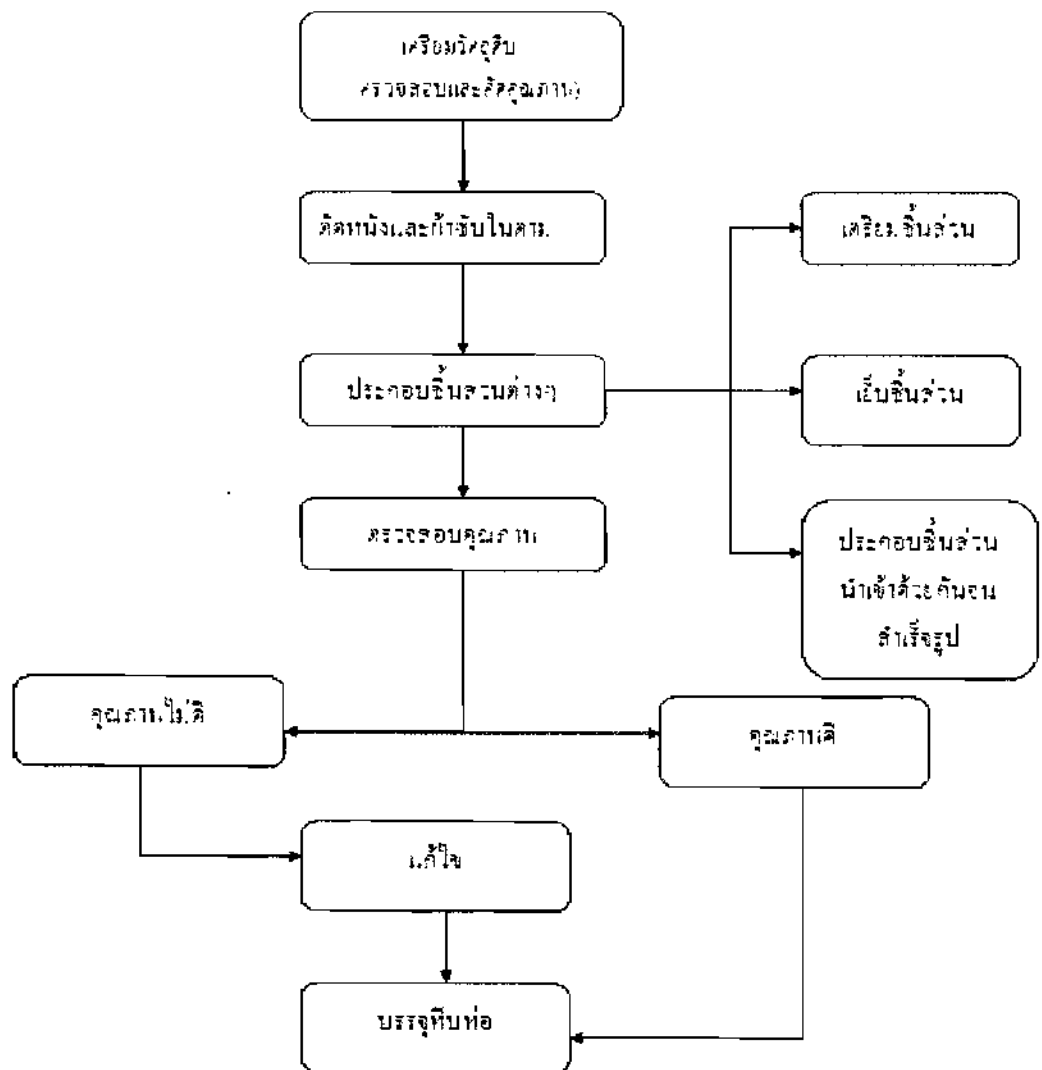
ก) ขั้นตอนการเตรียมงาน เริ่มจากการเตรียมวัตถุดิบ ตรวจสอบและคัดเลือกคุณภาพ ของวัตถุดิบให้เหมาะสมกับเครื่องจักรที่จะทำการผลิต และตรงกับความต้องการจากนั้นจะทำการตัดหนังและผ้าซับ ซึ่งในส่วนนี้ จะเรียกว่า “แผนกหนังหน้า” คนงานในแผนกนี้เรียกว่า “ช่างหนังหน้า”

ข) ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เป็นการนำหนังที่ผ่านการตัดเย็บเรียบร้อยแล้วจากขั้นตอนการเตรียมงาน มาประกอบเข้ากับอุปกรณ์หรือวัสดุอื่น ๆ ให้เป็นรูปร่างหรือรูปแบบที่ต้องการประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ

1. การเตรียมชิ้นส่วนประกอบไปด้วยการทาสี การทากาว การพับริม ซึ่งเป็นงานที่ใช้มือเป็นหลักการเย็บ
2. ชิ้นส่วนเป็นการเย็บชิ้นต้น เพื่อเตรียมการประกอบสำหรับขั้นตอนต่อไป
3. การประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกันจนสำเร็จรูป เป็นการประกอบชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกันมีขั้นตอนการประกอบ และเย็บกลับไปกลับมาจนเป็นผลิตภัณฑ์ สำเร็จรูป

ค) ขั้นตอนการตรวจสอบ เป็นการตรวจสอบคุณภาพและตกแต่งโดยนำส่วนประกอบที่สำเร็จแล้วจากขั้นตอนการประกอบ ชิ้นส่วนต่างๆ มาตรวจสอบคุณภาพและตกแต่งให้สวยงาม หากการตรวจสอบพบว่า คุณภาพไม่ดี ก็จะทำผลิตภัณฑ์ ดังกล่าวไปแก้ไข จนได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีตรงตามแบบหรือตามความต้องการ และนำไปบรรจุหีบห่อพร้อมออกสู่ตลาด

จากขั้นตอนข้างต้น สามารถลำดับขั้นตอนในการผลิตกระเป๋าทรงโดยละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 2-1 ขั้นตอนในการผลิตกระเป๋าทรง

2.1.2 ต้นทุนการผลิต

เนื่องจากอุตสาหกรรมกระเป๋าทรงเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานเป็นส่วนใหญ่ การลงทุนในเครื่องจักรจึงไม่สูงมากนักและสามารถจำแนกต้นทุน การผลิตได้ 3 ส่วน หลักคือ วัตถุดิบคิดเป็นร้อยละ 60 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ค่าแรง ร้อยละ 30 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ร้อยละ 10 ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงต้นทุนการผลิตกระเป๋าทรง

รายการ	สัดส่วน (ร้อยละ)
1. วัตถุดิบ	60
- หนังฟอก	(50)
- วัสดุประกอบ	(10)
2. ค่าแรงงาน	30
3. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	10
- ค่าเสื่อมราคาและบำรุงรักษาเครื่องจักร	(5)
- ค่าไฟฟ้า น้ำประปา	(3)
- เบ็ดเตล็ด	(2)

ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2545

2.1.3 วัตถุดิบและอุตสาหกรรม

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตกระเป๋าทรงประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก คือ หนังฟอก ซึ่งเป็นหนังสัตว์ที่ฟอกสำเร็จแล้วนับเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญในการผลิตกระเป๋าทรง โดยหนังฟอก จะใช้หนังโค เป็นหลัก นอกเหนือจากนี้เป็นหนังสัตว์อื่น ๆ ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ได้แก่ กาว ด้าย ซิป เชือก เป็นต้น

จะเห็นว่าโครงสร้างวัตถุดิบมีหนังฟอกเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตกระเป๋าทรงโดยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 60 ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด ดังนั้นในส่วนนี้จึง กล่าวถึงวัตถุดิบคือ หนังฟอกและอุตสาหกรรมหนังฟอก ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนการผลิตกระเป๋าทรง

2.1.4 ประเภทของหนังสัตว์ หนังสัตว์ที่นำมาทำการผลิตมาจากสัตว์หลายชนิดโดยหนังสัตว์ที่นำมาฟอกมาจากสัตว์ 3 ประเภทใหญ่ คือ

1. หนังสัตว์ใหญ่ (Mides) เช่น หนังโค หนังกระบือ หนังช้าง
2. หนังสัตว์เล็ก (Skins) เช่นหนังแกะ หนังสุกร หนังแพะ เป็นต้น

3. หนังสัตว์เลื้อยคลาน (Reptile) เช่น หนังสุนัข หนังสุนัข เป็นต้น

โดยทั่วไปใช้หนังโคและกระบือ ซึ่งมีประมาณร้อยละ 90 ของหนังที่ใช้ในการผลิตกระเป๋าหนัง ทั้งนี้ เพราะสามารถจัดหาได้ง่าย โดยหนังเหล่านี้จะนำไปทำการผลิตเครื่องหนังต่างๆ ที่สำคัญได้แก่

หนังสด (Green hides) หมายถึง หนังที่ชำแหละจากสัตว์โดยวิธีการธรรมดา หรือวิธีใช้เครื่องจักร และยังไม่ผ่านการรมวิธีการเก็บรักษา ซึ่งหนังสด ของสัตว์ ต่างๆ จะมีน้ำหนักและขนาดแตกต่างกัน เช่น โค 1 ตัว จะให้หนังประมาณ 20 กิโลกรัม และประมาณ 30 ตารางฟุต ส่วนกระบือ 1 ตัว จะให้หนังประมาณ 44 กิโลกรัม และขนาดประมาณ 40-45 ตารางฟุต

หนังดิบ (Raw hides) หมายถึง หนังสัตว์ที่ยังไม่ได้ผ่านการรมวิธีการฟอกหนัง แต่จะผ่านการรมวิธีในการเก็บรักษาในลักษณะต่าง ๆ คือ หนังหมักเกลือ (Wet salted hide) หนังแช่น้ำเกลือ (Bind cure) หนังตากแห้ง (Dried hide) หนังอาบยา (Arsenic hide) หนังหมักเกลือตากแห้ง (Dry salted hide)

หนังฟอกกึ่งสำเร็จรูป (Wet blue) หมายถึง เป็นหนังดิบที่ผ่านกระบวนการฟอกหนังขั้นต้นหรือผ่านการฟอกโครมแล้ว แต่ยังไม่ผ่านกระบวนการฟอกสีหรือการตกแต่งเป็นหนังฟอกสำเร็จรูป จัดเป็นหนังฟอกสี หรือการตกแต่งเป็นหนังฟอกสำเร็จรูป จัดเป็นหนังฟอกที่ยังไม่เสร็จสมบูรณ์ ไม่สามารถนำไปผลิตเป็นเครื่องหนังต่างๆ ได้ จะต้องนำไปฟอกต่อตามกรรมวิธีแต่ละโรงงานที่มีความชำนาญเพื่อผลิตเป็นหนังฟอกสำเร็จรูป

หนังฟอก (Leather) หมายถึง หนังฟอกกึ่งสำเร็จรูปที่จะนำไปผ่านกระบวนการปรับปรุงผิวด้วยวิธีการต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน เช่นการขัดผิวให้เรียบเพื่อให้หนังทนทานสม่ำเสมอ การย้อมสีและการใส่น้ำมันให้หนังนุ่ม นำไปตากแดดให้แห้งหรืออบในเตาอบเพื่อให้หนังมีคุณภาพดีหรือการขัดผิวและตกแต่งสีอัดลายตามความต้องการของตลาด ซึ่งหากเป็นหนังฟอกกึ่งสำเร็จรูปที่ผ่านกระบวนการ ต่อการอบให้แห้ง แต่ยังไม่ได้ตกแต่งผิวและตกแต่งสีอัดลายเรียกว่า crust และหากผ่านกระบวนการต่างๆ เสร็จสิ้นสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องหนังได้ทันที จะเรียกว่า leather ซึ่งการนำหนังมาผลิตเป็นหนังฟอกจะสูญเสีย น้ำหนักไปส่วนหนึ่ง เพราะหนังจะแห้งหลังจากการทำหนังฟอก โดยทั่วไป แล้วหนังดิบหนัก 3 กิโลกรัม จะเหลือเป็นหนังฟอกเพียง 1 กิโลกรัม โดยหนังฟอกแบ่งเป็น 3 ประเภท คือหนังทรงหรือหนังชั้นนอก (Upper leather) หนังท้องหรือหนังชั้นใน (Side leather) และหนังชั้นล่าง

หนังอัดลาย แบ่งเป็น 2 คือ หนังอัดลาย หมายถึง หนังที่มีรอยแผลหรือรอยตำหนิ จึงนำมาอัดลายเพื่อลดยอยแผลดังกล่าว และหนังอัดแผ่น หมายถึง หนังที่ผลิตด้วยการนำหนังเศษมาอัดเป็นหนังแผ่น

2.1.5 หัวข้อการทดสอบจาก LAB เรื่องความทนทานของคุณภาพหนัง

จะเป็นการทดสอบด้านความทนทานของคุณภาพอันเกิดจากการใช้งาน ไม่ใช่คุณสมบัติของหนังดีหนังสวย มีคุณสมบัติที่ดีอย่างไร แบ่งออกเป็นหมวดดังนี้ คือ

หมวดที่ 1 คุณภาพทั่วไป (General Propriety)

1. ความหนาของหนัง (Thickness) จะต้องมามี 1.00-1.5 mm.
2. น้ำหนักของหนัง (Weight) จะต้องมามีค่าระหว่าง 500-850 กรัม/ตารางเซนติเมตร

3. การเกิดรอยพับ (Bending Resistance)
4. การทนต่อกรดต่างๆ (Acidity)
5. การมีกลิ่น แรงขนาดไหน (Odor) แต่ไม่ได้พิสูจน์ กลิ่นหอมหรือ กลิ่นเหม็นอันทำให้เกิดอาการทาง

ปฏิกิริยาต่อร่างกาย

หมวดที่ 2 การทนต่อสภาพเครื่องกลทดสอบ (Mechanical Characteristic)

1. การทนต่อแรงดึง (Tensile Strength)
2. การทนต่อการยืดจนหนึ่งขาด (Elongation)
3. การทนต่อการฉีกขาด (Test Strength)
4. ความแข็งแรงทนทานของรูเข็ม (Seam Strength)

หมวดที่ 3 การทนต่อสภาพแวดล้อม (Envitonmental Characteristic)

- a. การทนต่อการติดของเหนียวเหนียว (Thickness)
- b. การทนต่อรอยขีดข่วน (Scratch Resistance)
- c. การขีดจางของสี (Abrasion Resistance)
- d. การทำให้ผิวเสีย (Friction Resistance)
- e. การคืนตัวของหนัง (Flexing Resistance)
- f. การทนต่อความเย็น (Cold Resistance)
- g. ความทนของสีจากความร้อน (Dry Friction Colouraion)
- h. ความทนของสีจากการถูเหงื่อ (Sweat Friction Colouraion)
- i. ความทนของสีจากความชื้น (Moist Friction Colouraion)
- j. ความทนของสีจากแสง (Light Resistance)
- k. ความทนของสีจากแสงต่างๆ (Physical Degradation Light Resistance)
- l. ความเหี่ยวแห้ง เกิดจากความร้อน (Thermal Ageing)
- m. การหด อันเกิดจากความเปียกชื้นและความร้อนสูง (Wet-Heat Cycle Compression Rate)
- n. การเกิดราฝ้า (Fogging)
- o. สีตก (Bleeding Resistance)
- p. การลื่นไถล (Sliding Friction)
- q. การทำความสะอาดง่ายหรือไม่ (Clean ability)
- r. การทนไฟ (Flammability)
- s. การทนต่อรอยย้อมผ้าเย็น(Jean Color Transition Resistance)

ตารางที่ 2-2 วิธีการดูคุณภาพหนังดี

จุดเด่น	หนังดี (Gosh)	หนังทั่วไป
กลิ่น	หอม ไม่เกิดอาการแพ้	เหม็น กลิ่นสารเคมีทำให้ปวดหัวคลื่นไส้เมา-หนัง
นุ่ม	นิ่ม	กระด้าง
สีนํ้าไหล	นํ้าไหล	นํ้าไหลไปมา ทำให้เมารถ
คุณภาพ	มีสปริง	แข็งกระด้าง
ความสวย	เข้ารูป เข้า ทรง	เละ
สีทนทาน	ไม่แตก	แตกกระเทาะ ภายใน 6 เดือน
การทำความสะอาด	ทำความสะอาดง่าย	สกปรก เข้าไปในเนื้อผิว

ที่มา: บริษัท บ้านแพนรีเสิร์ช แลบบอราทอรี จำกัด

2.1.6 ศึกษาเรื่องหนัง

หนังที่ทำการตัดนั้นคือหนังวัวแท้ที่ทำการฟอกมาแล้วซึ่งความหนาที่โรงงานนำไปทำกระเป๋าคือประมาณ 0.5 -1.5 มิลลิเมตร คุณภาพของหนังที่เลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับการฟอกและชนิดของหนัง ซึ่งได้ทำการตรวจสอบแรงที่สามารถทำให้หนังขาด ค่า Tensile จะขึ้นอยู่กับความหนา และการเคลือบผิวหน้าของหนัง ค่าที่วัดได้จากหนัง 0.5- 1.7 มิลลิเมตร จะอยู่ที่ประมาณ 10 - 44 N แรงกดที่สามารถทำให้หนังขาดได้จะขึ้นกับความหนากับการเคลือบผิวหน้า ค่าที่วัดได้ประมาณ 2-4 กิโลกรัมหรือประมาณ 20 - 42 N แรงในการตัดเฉือนประมาณ 14 - 24 N

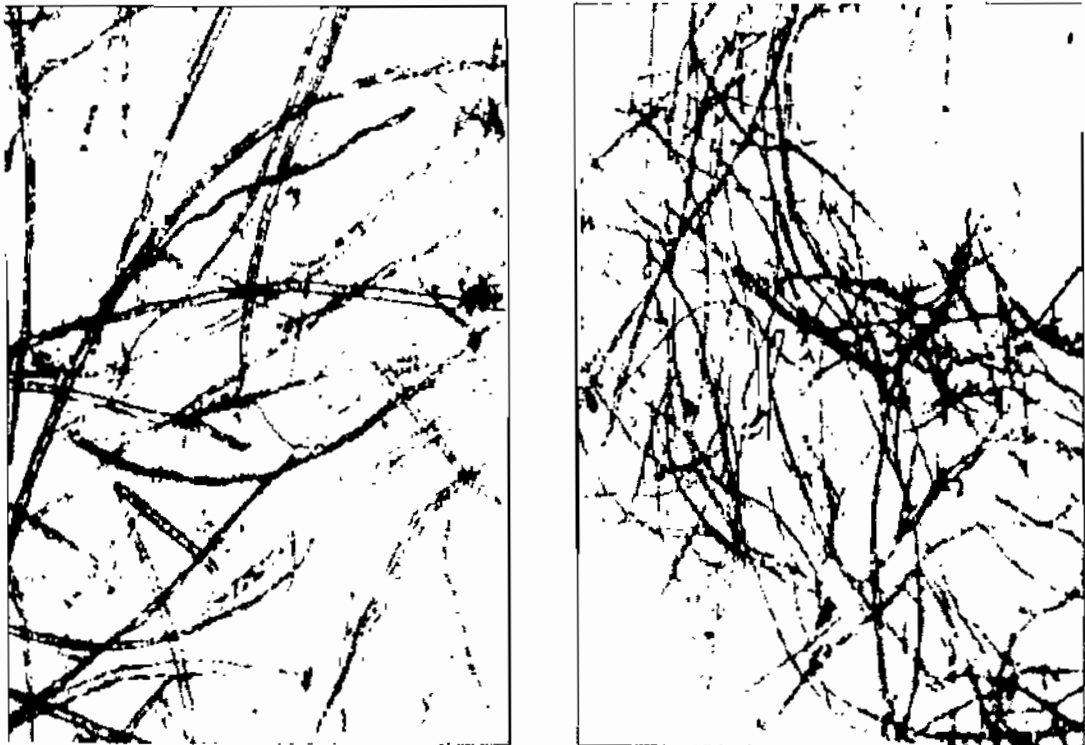
ตารางที่ 3-1 แรงที่ใช้ในการตัด

วัสดุ	แรงกด (kg)	แรงตัดเฉือน
หนังแท้		
- ทน 0.5	2.4	1.4
- ทน 0.7	2.9	1.6
- ทน 1.0	3.1	1.7
- ทน 1.2	3.4	1.9
- ทน 1.5	3.6	1.9
- ทน 1.7	4.1	2.2
PVC		
- ทน 0.5	1.9	1.2
- ทน 0.7	2.1	1.4
- ทน 1.0	2.3	1.6
กระดาษ		
- ทน 0.3	1.4	1.2
- ทน 0.7	1.6	1.3
- ทน 1.2	1.9	1.4

ที่มา : บริษัท บ้านแพนรีเลิร์ช แลบบอราทอรี จำกัด

2.2 กระดาษ

คุณสมบัติ และลักษณะของกระดาษมีมากมายหลายประเภท ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและการนำไปใช้งาน คุณสมบัติเหล่านี้ ซึ่งมีลักษณะของการผลิตและรายละเอียด โดยคุณสมบัติพื้นฐานรวมถึงลักษณะโดยทั่ว ๆ ไปของเยื่อกระดาษ หรือเป็นแผ่นของกระดาษซึ่งแยกพิจารณาตามคุณสมบัติตามโครงสร้าง



ภาพที่ 2-2 โครงสร้างกระดาษ (a) โครงสร้างกระดาษเนื้อแข็ง (b) โครงสร้างกระดาษเนื้ออ่อน

เยื่อของไม้สามารถนำมาจากไม้ได้หลายประเภท โดยที่ไม้ แต่ละประเภทก็มีรูปแบบที่เฉพาะตัวมีรูปแบบเซลล์ที่ต่างกันออก ซึ่งสามารถแบ่งแยกออกเป็น 2 หมวดได้แก่

1. ไม้เนื้อแข็ง (Hard Wood) ไม้ที่มีใบเลี้ยงคู่ เช่น ต้นเมเปิล ต้นโอ๊ค ต้นเบิร์ช (Birch) ต้นยางจะใช้เติมลงในเนื้อกระดาษทำให้กระดาษนั้นเรียบกว่า และขุ่นมากกว่า และเหมาะสำหรับงานพิมพ์มากกว่า ดังภาพที่ 2-2(a)

2. ไม้เนื้ออ่อน (Soft Woods) ได้แก่พืชจำพวกท่อน้ำ หรือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่นต้น ไพน์ (Pine)

ต้นสน (Spruce) ต้นเฟอร์ (Fir) โดยทั่วไปไม้เนื้ออ่อนจะมีใบไม้ที่ยาวซึ่งทำให้กระดาษมีความแข็งแรงมาก แต่ใบไม้ที่ยาวจะทำให้กระดาษหยาบ และสาก ดังภาพที่ 2-2(b)

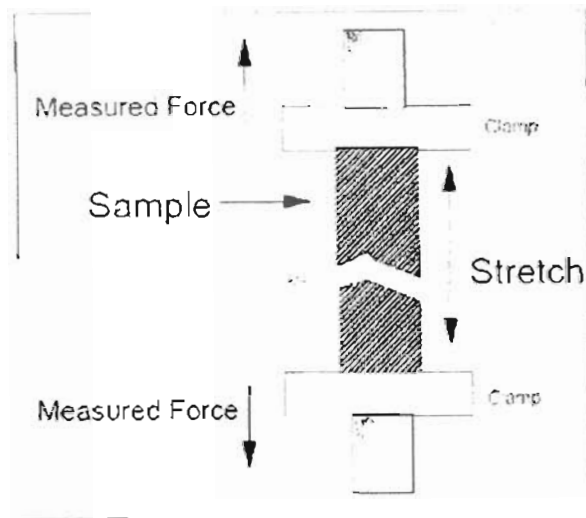
2.2.1 คุณสมบัติพื้นฐานของแผ่นกระดาษ

คุณสมบัติพื้นฐานของกระดาษคือ น้ำหนักพื้นฐาน เนื่องจากในกระบวนการผลิตกระดาษนั้นจะทำการวัดปอนด์หรือตัน และราคาขายก็คำนวณเป็นหน่วยต่อปอนด์ หรือตัน ถึงแม้เวลานำกระดาษไปใช้งาน ทั้งในการติดต่อสื่อสาร หรือให้เป็นวัสดุหีบห่อ ผู้ใช้ก็พิจารณาเพียงว่าพื้นที่เหมาะกับ งานสำหรับขอความ หรือ ห่อหุ้มวัสดุ สำหรับหน่วยมาตรฐานสำหรับน้ำหนักพื้นฐานก็คือ กรัมต่อตารางเมตร (g/m) ที่เรียกว่า แกรม (Grammage) ขนาดของกระดาษตามมาตรฐานของ ISO หรือ มอก. ใช้หลักที่ว่าขนาดที่เราต้องการนั้น สามารถตัดกระดาษได้ 1 ตารางเมตร ได้ด้วยขนาด 841 x 1189 (33 1/8 x 46 3/4 นิ้ว) การผลิตและการจัดส่งกระดาษขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งมาตรฐานกระดาษขนาด A ต่างๆ ตาม ISO หรือ มอก. จะได้จากกระดาษขนาด 1 ตารางเมตร ที่เรียกว่า A0 และสามารถผลิตกระดาษขนาด A 4 ได้ด้วยขนาด 296 x 210 mm

2.2.1.1 คาลิเปอร์ พื้นฐานของการพิจารณาในกระบวนการผลิตก็คือ ความหนาของกระดาษ โดยความหนาจะถูกเรียกว่า คาลิเปอร์ (Caliper) ซึ่งจะกำหนดเป็นจำนวนในพันส่วนของนิ้ว เช่น กระดาษที่วัดได้ 0.0045 นิ้ว จะเรียกแทนความหนาว่ามีขนาด 4 1/2 จุดหรือส่วนพันสำหรับการรีดอัดกระดาษ

2.2.1.2 ขนาดและความหนาแน่น ความหนาแน่นหมายถึง ปริมาตรต่อหน่วยน้ำหนักเช่น ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม (cm³/g) หรือ ลูกบาศก์ฟุตต่อปอนด์ หรือมาตรฐาน ขนาดเป็นส่วนกลับของความหนาแน่น (Density) โดยคำนวณคุณสมบัติกระดาษได้จาก คาลิเปอร์ และน้ำหนักพื้นฐานซึ่งบางครั้งความหนาแน่นประจักษ์ (Apparent Density) จะคำนวณได้จากผลหารของน้ำหนักพื้นฐานหารด้วยคาลิเปอร์ และประมวลประจักษ์ (Apparent Bulk) คำนวณได้จากใช้ปริมาณ คาลิเปอร์หารด้วยน้ำหนักพื้นฐาน เนื่องจากความหนาแน่นมาก กระดาษยิ่งหนายิ่งแข็งแรงและความหนาแน่น ก็จะมีมากตามไปด้วย

2.2.1.3 คุณสมบัติทางด้านความแข็งแรง (Strength Property) การต้านแรงดึงและการยืดตัว (Tensile Strength and Extensibility) วิธีการทดสอบความแข็งแรงก็คือ การต้านแรงดึง โดยแรงดึงจะเกิดขึ้นบนกระดาษขนาดกว้าง 1 นิ้ว (2.54 mm.) หรือ 15 mm. และทำการดึงจนกระดาษขาด การต้านแรงดึงทำได้จากแรงที่ทำให้กระดาษขาด คือ ขนาดกระดาษที่นำมาทดสอบจะมีผลต่อการทดสอบ และต้องทำการควบคุมโดยผู้ทดสอบให้ดี โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบบางชิ้นจะต้องทำการวัดในขณะที่แรงดึงโดยเฉพาะอย่างยิ่งตอนที่กำลังขาด คุณสมบัติอย่างหนึ่งที่กระดาษจะขาดก็คือ ความยืดตัว (Extensibility) หรือความแข็งแรง (Strength) ทั้งการยืดตัวได้ และการต้านแรงดึงเป็นคุณสมบัติสำคัญของกระดาษที่ใช้สำหรับพิมพ์ เมื่อเวลาผ่านในเครื่องพิมพ์แล้วกระดาษจะไม่ขาด ซึ่งคุณสมบัติทั้งคู่นั้นสามารถเพิ่มให้มากขึ้นได้ โดยการเพิ่มความหนาของกระดาษ



ภาพที่ 2-3 แสดงการทดสอบคุณสมบัติของกระดาษ

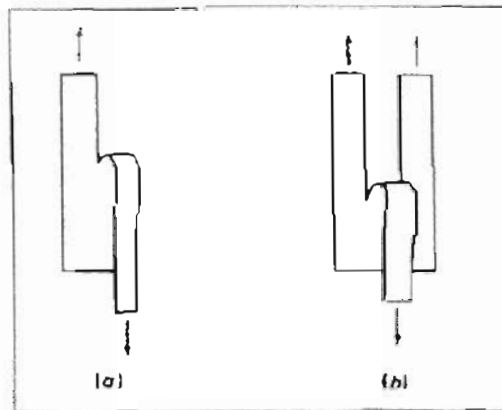
2.2.1.4 การทะลุ

การต้านทานการทะลุ จะทำการวัดโดย การทดสอบ ด้วยการใส่แท่งยางขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว แ่งให้ทะลุกระดาษที่ซึ่งตั้งด้วยอุปกรณ์พิเศษ โดยจะทดสอบจนกระทั่งหัวแท่งยางทะลุกระดาษด้วยแรงกดที่เมื่อกระดาษทะลุจะเป็นค่าที่ต้องการและบันทึกไว้ เรียกว่า "Pop Test " ซึ่งการทดสอบด้วยวิธีนี้จะต้องควบคุมกระบวนการทดสอบเป็นอย่างดี โดยการทดสอบการทะลุขึ้นอยู่กับความหนาของกระดาษ เพราะยิ่งหนาก็ยิ่งทะลุยากมากขึ้น โดยปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการผลิตถือว่ามีส่วนไม่มาก

2.2.1.5 การต้านการฉีกขาด

ความต้านทานการขาดของกระดาษ ถือเป็นปัญหอันดับแรก ๆ ของการใช้กระดาษแต่เนื่องจากยากต่อการสร้างแบบจำลองการทดสอบคุณสมบัติ หากความต้านทานการขาด หรือหาแรงที่จะทำให้เกิดการขาดอย่างต่อเนื่องก็ตาม จึงต้องออกแบบอุปกรณ์ จับกระดาษที่จะทดสอบซึ่งให้ตึงแล้วจึงตัดให้เกิดรอยฉีกที่ด้านใดด้านหนึ่งเพื่อจะจำลองจุดเริ่มต้นของรอยขาดจากนั้นเริ่มฉีกกระดาษให้ได้ระยะที่กำหนดไว้ และบันทึกแรงเฉลี่ยที่ต้องใช้ให้เกิดแนวฉีก ซึ่งความต้านทานการฉีกขาดนี้ จะเพิ่มขึ้น ถ้าใช้กระดาษที่มีความยาวของเยื่อกระดาษมาก ๆ และใช้กระดาษที่มีความหนาเพิ่มขึ้น

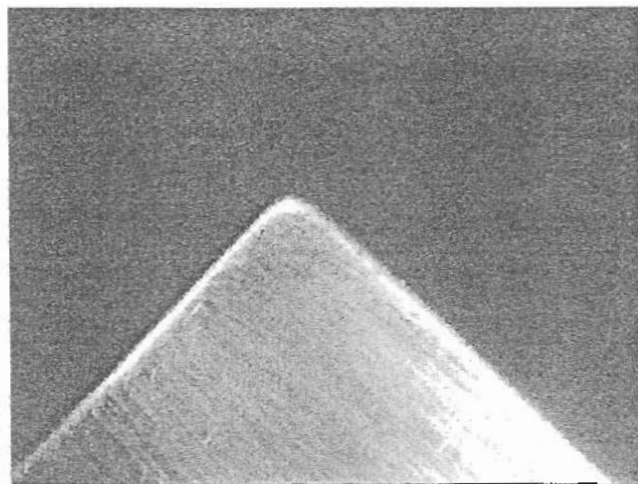
กระบวนการทดสอบจะอ้างอิงกับมาตรฐานการทดสอบของ The American Society for Testing Material (ASTM) และ The Technical, Association of Pulp and Paper Industry (TAPPI) ซึ่งเป็นหน่วยงานมาตรฐานหลักของสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 2-4 การดำเนินการกัด

2.3 การสึกหรอของคมตัด [1]

การสึกหรอเป็นการเปลี่ยนแปลงและการนำไปบริเวณผิวของชิ้นงานในลักษณะไม่พึงประสงค์ เนื่องจากการแยกหลุดของอนุภาคบนผิวชิ้นงาน หรือมีการเสียดสีระหว่างการใช้งานทางกล หรือทางเคมีอย่างบ่อยเป็นค่อยไปในช่วงระยะ เวลาหนึ่ง ซึ่งมีผลทำให้ขนาดรูปร่างและน้ำหนักเกิดการเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์กระบวนการการสึกหรอจะกระทำ ได้โดยการวิเคราะห์ องค์ประกอบที่มีผลต่อการสึกหรอของวัสดุจะขึ้นกับองค์ประกอบเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น พลังงานกล ที่ป้อนเข้าไปจะเปลี่ยนเป็นพลังงานทางความร้อนอาจจะก่อให้เกิด ปฏิกิริยาบนพื้นผิวที่เกิดการเสียดทาน ก่อให้เกิดการสึกหรอ ตามมา



ภาพที่ 2-5 แสดงการสึกหรอของคมตัด

การสึกหรอสามารถแบ่งได้หลายลักษณะเช่น การสึกหรอแบบขัดสี (Abrasive Wear) การสึกหรอแบบกัดกร่อน (Corrosive Wear) การสึกหรอแบบยึดติด (Adhesive Wear) การสึกหรอจากการล้า (Fatigue Wear) การสึกหรอจากเคมี (Chemical Wear) การสึกหรอแบบอีโรซีฟ (Erosive Wear) และการสึกหรอแบบอิเล็กทริคเดิลดีสชาร์จ (Electrical Discharge) การสึกหรอในกระบวนการตัดดงนี้คือ

2.3.1 การสึกหรอแบบขัดสี เป็นการสึกหรอที่เกิดจากแรงกระทำประเภทขีดข่วน ถู ฉีก หรือ กระแทก ซึ่งแรงที่กระทำเหล่านี้จะทำให้เนื้อวัสดุหลุดออกไปในลักษณะอนุภาคเล็ก ๆ

2.3.2 การสึกหรอแบบยึดติด เกิดขึ้นมากในการตัดเฉือนแผ่นวัสดุอ่อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเกิดการสึกหรอจากการยึดติดมากขึ้นเมื่อช่องว่างระหว่างคมตัดแคบ การสึกหรอเกิดขึ้นเมื่อวัสดุพ่นหรือตายเชื่อมเย็นติดกับวัสดุชิ้นงาน อุณหภูมิเชื่อมเย็นเกิดจากแรงกดสูงและการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ รอยเชื่อมติดจะขาดออกจากกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ ทำให้มีอนุภาคเล็ก ๆ หลุดมา โดยมากแล้วการสึกหรอจากการยึดเกิดขึ้นเมื่อวัสดุคมตัดและวัสดุชิ้นงานมีส่วนผสมทางเคมีคล้ายกัน

2.3.3 การสึกหรอจากเคมี เป็นลักษณะการสึกหรอที่คมตัดซึ่งเกิดขึ้นบ่อยที่สุดเมื่อตัดแผ่นวัสดุซึ่งแข็งและบาง ผลจากแรงกดและการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ทำให้บริเวณตัดมีแรงเสียดทานและอุณหภูมิสูง อนุภาควัสดุขนาดเล็กจึงเกิดออกซิไดซ์ และสึกหรอไปเมื่อมีการเคลื่อนที่ ผลที่ตามมาคือคมตัดค่อย ๆ ที่่อมากขึ้น

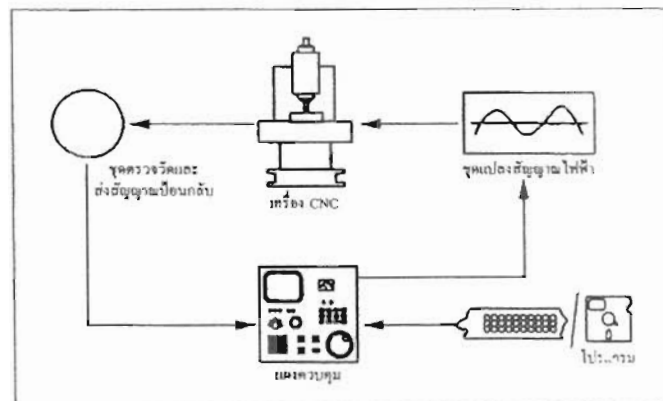
2.3.4 การสึกหรอจากการล้า เป็นการสึกหรอเนื่องจากการล้าเกิดขึ้นเมื่อพื้นที่ได้รับแรงเป็นคาบและเกิดการล้าได้ผิวขึ้น เมื่อวัสดุหลุดร่อนออกไปจะทำให้เกิดความเสียหายในลักษณะหลุมบ่อหรือรอบร้าวขึ้นได้

2.4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักร ซี เอ็น ซี [2]

พัฒนาการของเครื่องจักร CNC มีมากกว่า 40 ปี ในปี ค.ศ. 1948 สถาบัน Massachusetts Institute of Technology ได้ริเริ่มโครงการพัฒนาเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะใช้ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินตามหลักการทางพลศาสตร์ที่มีความซับซ้อน จากการค้นคว้าวิจัยดังกล่าวจึงมีการสร้างและผลิตเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบตัวเลขขึ้น (NC Machine) เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมโลหะดังนั้นพัฒนาการของเครื่องจักร CNC จึงเริ่มจากเครื่องจักร NC ก่อน

เครื่องจักร NC (Numerical Control) เป็นเครื่องจักรที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยอนุกรมของรหัสควบคุมเครื่อง รหัสประกอบไปด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ อื่น ๆ รหัสเหล่านี้จะถูก แปลงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งไปกระตุ้นให้มอเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ เครื่องจักรทำงานทำงานในลักษณะของการเคลื่อนที่และการปรับเปลี่ยนอัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ รวมถึงการทำงานอื่นๆด้วย อนุกรมรหัสป้อนเข้าเครื่องจักรเพื่อควบคุมเครื่องจักรในการผลิตชิ้นงานตามที่ต้องการเรียกว่าโปรแกรมชิ้นงาน(Part Program or Work Piece Program)ความยาวของโปรแกรม จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับลักษณะของชิ้นงานว่ามีความซับซ้อนของรูปร่างมากน้อยเพียงใด อุปกรณ์ที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างโปรแกรมกับเครื่องจักรเรียกว่า (NC Unit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรนั้น ๆ และถ้าเครื่องจักร NC มีคอมพิวเตอร์ประกอบ

เข้าไปเพื่อเพิ่มสมรรถนะของเครื่องจักรขึ้นอีก ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการเขียน และตรวจสอบโปรแกรมให้ง่ายขึ้น การป้อนโปรแกรม และการติดต่อกับเครื่องที่สะดวกขึ้นการควบคุมโดยผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องที่ง่ายขึ้นเหล่านี้ เครื่องจักรนั้น เรียกว่า เครื่องจักร CNC (Computer Numerical Control)



ภาพที่ 2-6 การระบบทำงานของ CNC (Computer Numerical Control)

2.4.1 หลักการทำงานของเครื่องจักร CNC

หน้าที่หลักสำคัญ ในส่วนของการควบคุมเครื่องจักรแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

2.4.1.1 การควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Movement)

2.4.1.2 การควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)

ในเครื่องจักรธรรมดา การควบคุมทั้งสองส่วนที่กล่าวถึง จะกระทำโดยช่างที่ควบคุมเครื่องจักรนั้น โดยอาศัยประสบการณ์ความรู้สึกของร่างกาย เช่น ตา หู และ สัมผัสสวกับความชำนาญประสบการณ์ในการตัดสินใจเพื่อการควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ สมองประเมินค่าแล้วตัดสินใจสั่งการไปยังมือค่าความแตกต่าง วัดด้วยสายตา มือปรับการเคลื่อนที่ตำแหน่งปัจจุบันที่ต้องการในเครื่องจักร CNC ประสบความรู้สึกของมนุษย์จะถูกแทนที่ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะคอยตรวจสอบสัญญาณการเคลื่อนที่ และความเร็วตลอดเวลา เมื่ออุปกรณ์ตรวจรับสัญญาณได้รับสัญญาณมาแล้วก็จะทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้รับคำสั่งเข้ามา เมื่อยังมีค่าแตกต่าง กันอยู่ก็จะส่งสัญญาณกลับไปกระตุ้นให้อุปกรณ์นั้น ๆ มีการเคลื่อนที่หรือปรับความเร็วใหม่อย่างต่อเนื่อง จนกว่าสัญญาณที่ได้จากการทำงานจริงของเครื่องจักรกับค่าที่ได้รับมา จากคำสั่งหรือโปรแกรมที่ป้อนให้กับเครื่องจักร จะไม่มีค่าแตกต่างกัน นั่นคือเครื่องจักรทำงานได้ถูกต้องตรงตามคำสั่งที่ได้รับ

2.4.2 คุณลักษณะเฉพาะของเครื่องจักร CNC

การเลือกชนิดของเครื่องจักร CNC เพื่อที่จะนำมาใช้งาน ทางทฤษฎี ในแง่เศรษฐกิจควรเลือกเครื่องจักร CNC แบบธรรมดา ๆ ที่สุด แต่ให้อุปกรณ์ ประกอบการใช้งานที่เพียงพอ เลือกอุปกรณ์พิเศษที่

เหมาะสมเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้ตามที่ต้องการ ดังนั้นผู้เลือกจำเป็นต้องทราบรายละเอียดของเครื่องก่อนการเลือก ซึ่งสามารถดูได้จากคุณลักษณะเฉพาะ (Specification) ของเครื่อง

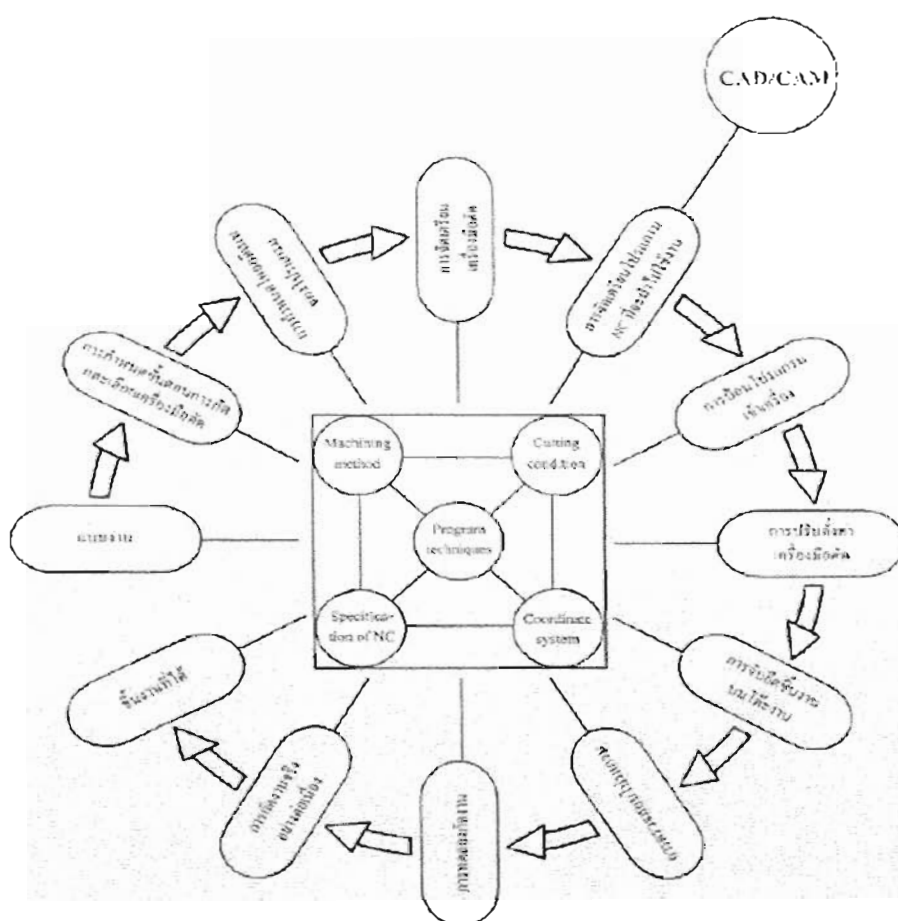
2.4.2.1 รายละเอียดของเครื่องจักร

จำนวนแกนเคลื่อนที่

พื้นที่การทำงาน

ระบบควบคุม

2.4.3 ขั้นตอนการผลิตงานด้วยเครื่องกัด CNC



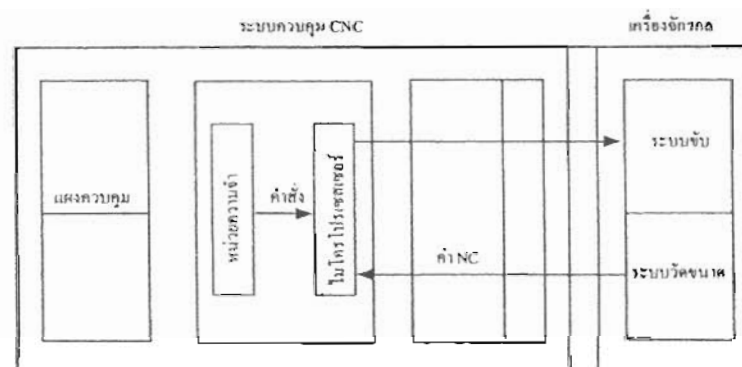
ภาพที่ 2-7 ขั้นตอนการผลิตงานด้วยเครื่องกัด CNC

ในขบวนการผลิตชิ้นงานโดยเครื่องกัด CNC เราจะลำดับขั้นตอนการทำงานให้ง่าย และสะดวกต่อการทำ ซึ่งในที่นี้เราได้ลำดับขั้นตอนการทำงานไว้ 11 ขั้นตอนด้วยกัน

2.5 ส่วนประกอบและหน้าที่ของเครื่องตัด CNC (Component and Function of CNC) [2]

เครื่องกัด CNC จะมีส่วนประกอบอยู่หลายส่วนด้วยกัน แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงส่วนที่มีความสำคัญในการทำงานของเครื่องตัด CNC

ระบบควบคุม (Control System) ระบบควบคุม จะทำหน้าที่เป็นตัวอ่านโปรแกรมที่ถูกป้อนเข้าไปโดยผ่านแผงควบคุม และจะเปลี่ยนคำสั่งของโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อควบคุมให้ระบบกลไกต่างๆ ของเครื่องจักรให้ดำเนินไปอย่างถูกต้องตามคำสั่งในแต่ละบรรทัดของโปรแกรม



ภาพที่ 2-8 การทำงานของคอมพิวเตอร์

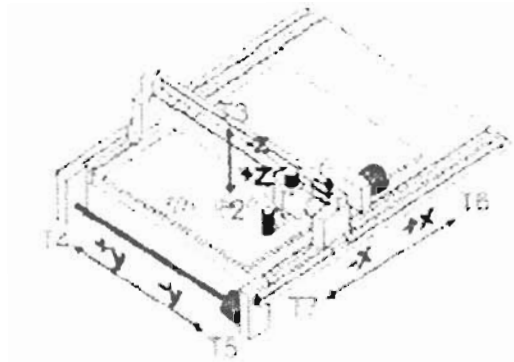
ระบบควบคุม จะมีคอมพิวเตอร์เป็นส่วนประกอบสำคัญในการสั่งให้เครื่องจักรเคลื่อนที่หรือทำงานตามที่ต้องการ โดยคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ในการคำนวณและเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นเหตุและผล

แนวแกนป้อน (Feed Axes)

แนวแกน (Axes) หมายถึง แนวการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบเครื่องจักรกล เช่น เฟลาหัวเครื่อง โต๊ะงาน อุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ เป็นต้น

การเคลื่อนที่ของเครื่องตัด CNC ในแนวแกนต่างๆ จะเกิดจากระบบควบคุมอัตโนมัติ และโปรแกรมเอ็น ซี (NC)

การกำหนดแนวแกนต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลอัตโนมัติ จะกำหนดตามมาตรฐานสากล ซึ่งกำหนดแนวแกนเหล่านี้โดย ใช้ตัวอักษร X Y Z



ภาพที่ 2-9 ลักษณะการเคลื่อนที่แนวแกน

แกนทั้ง 3 แกนที่แสดงในรูปจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ต่างๆ ดังนี้

แนวแกน X : โต๊ะทำงานเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวา หรือเพลาหัวงานเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวา

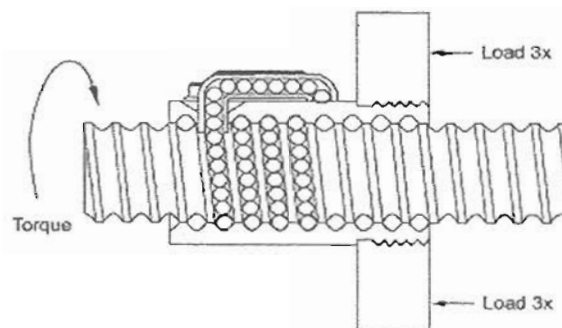
แนวแกน Y : เพลาหัวเครื่องเคลื่อนที่เข้าและออก หรือโต๊ะทำงานเคลื่อนที่เข้าและออก

แนวแกน Z : โต๊ะงานเคลื่อนที่ขึ้นและลง หรือเพลาหัวงานเคลื่อนที่ขึ้นและลง

2.5.1 การขับป้อน (Feed Drivers)

การขับป้อนจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน ในขณะตัดเฉือนแท่นเลื่อนอาจพาให้ชิ้นงานเคลื่อนที่หรือคมตัดเคลื่อนที่ได้ระบบขับป้อนโดยทั่วไปจะใช้มอเตอร์กระแสในการหมุนขับ และควบคุมการทำงานด้วย วงจร อิเล็กทรอนิกส์จากภายนอก

หัวใจของระบบขับป้อนของเครื่องตัด CNC ก็คือ การส่งกำลังขับด้วยบอลสกรู จะประกอบด้วยสกรูและนัตที่มีลักษณะเป็นเกลียวกลม เมื่อมอเตอร์หมุนขับสกรู นัตก็จะเคลื่อนที่ไปตามความยาวของสกรูทำให้แท่นเลื่อน และโต๊ะงานเคลื่อนที่ไปตามรางเลื่อนมีชุดคลัทช์ การต่อกำลังระหว่างมอเตอร์กับบอลสกรู



ภาพที่ 2-10 บอลล์สกรู

2.5.2 ระบบวัดขนาด (measuring System)

การวัดตำแหน่งของแท่นเลื่อนสามารถที่จะวัดได้ทั้งโดยตรง และโดยทางอ้อม

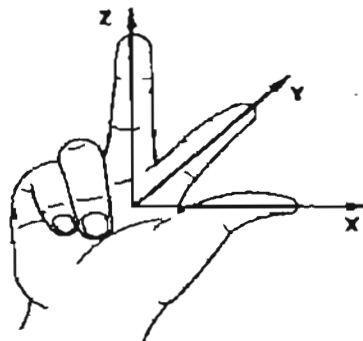
ก) การวัดตำแหน่งโดยตรงวิธีนี้จะใช้สกลู่วัดยึดติดกับตัวแท่นเลื่อนหรือโต๊ะงานโดยตรง อุปกรณ์อ่านค่าวัดจะอ่านข้อมูลใน การวัดจากซีตสแกนวัด และแปลงข้อมูลนี้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งกลับไปยังระบบควบคุม

ข) การวัดตำแหน่งทางอ้อมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะได้รับกำลังขับเคลื่อนจากการหมุนของบอลล์สกรู อุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัดจะบันทึกการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจานสัญญาณที่ติดต่อกับบอลล์สกรู และส่งต่อไปยังระบบควบคุมของเครื่อง ระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณที่ได้รับนี้ไป คำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่

2.6 ระบบแกนระนาบของเครื่องตัด CNC (M/C plan & Coordinate System) [2]

2.6.1 กฎมือขวาของระบบแนวแกน (Right Hand Rule)

เมื่อกางนิ้วมือขวา 3 นิ้ว ให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน นิ้วทั้งสามจะแทนแกนในระบบแนวแกนต่อไปนี้



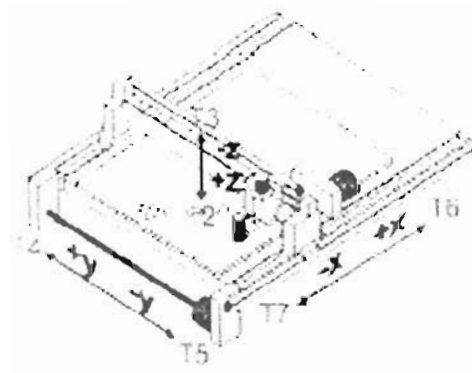
- นิ้วหัวแม่มือ แทนแกน X - นิ้วชี้ แทนแกน Y - นิ้วกลาง แทนแกน Z

ภาพที่ 2-11 กฎมือขวา

ข้อสังเกต ทิศทางที่นิ้วชี้ออกไปคือทิศทางบวก ของแต่ละแกน

หมายเหตุ ยกเว้นระบบ CNC ของบางบริษัท ผู้ผลิตจะกำหนดให้แกน Y และ แกน Z สลับกันเช่น เครื่อง MAHO ของประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน เป็นต้น

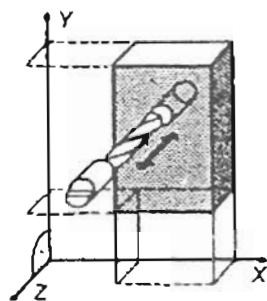
ระบบแนวแกนบนเครื่องตัด



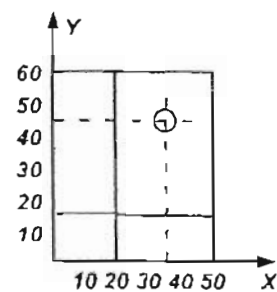
ภาพที่ 2-12 แนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องตัดแบบและหนึ่ง

2.6.2 ระบบโคออดิเนต

เมื่อนำแบบมาขึ้นงานมาวางลงบนโคออดิเนตทุก ๆ จุดในแบบงานสามารถที่จะกำหนดตำแหน่งได้ด้วยค่าโคออดิเนต 2 ค่า เช่น จุดศูนย์กลางของรูในรูปด้านล่าง จะมีค่าโคออดิเนต $X = 35$ $Y = 45$ ในงานตัดหรืองานคว้านรูขึ้นงาน จำเป็นที่จะต้องพิจารณาขึ้นงานในลักษณะที่เป็นสามมิติ (3D) เพราะในการเจาะรูจะมีความลึกเกิดขึ้น



ภาพที่ 2-13 แบบขึ้นงานในระบบโคออดิเนต



ภาพที่ 2-14 แบบขึ้นงานในระบบโคออดิเนต

แนวแกนของระบบโคออดิเนตจะกำหนดชื่อตามกฎมือขวา ค่าโคออดิเนตสามมิติในแกน X Y Z ของขึ้นงานสามารถที่จะหาได้โดยอ้างอิงจากจุดศูนย์ของขึ้นงาน

2.6.3 ระนาบของเครื่องตัด CNC ประกอบด้วย 3 ระนาบด้วยกัน

2.6.3.1 ระนาบ X Y

ในการทำงานที่ระนาบ X Y เราจะต้องบอกให้เครื่องรับรู้โดยใช้คำสั่ง G17

2.6.3.2 ระนาบ X Z

ในการทำงานที่ระนาบ X Y เราจะต้องบอกให้เครื่องรับรู้โดยใช้คำสั่ง G18

2.6.3.3 ระนาบ Y Z

ในการทำงานที่ระนาบ Y Z เราจะต้องบอกให้เครื่องรับรู้โดยใช้คำสั่ง G19

2.6.4 จุดศูนย์เครื่อง (Machine Zero Point)

จุดศูนย์ของเครื่อง (M) โดยทั่วไปจะใช้แทนด้วยสัญลักษณ์ตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลซี เอ็น ซี จุดศูนย์ของเครื่องที่ใช้เป็นจุดศูนย์ของระบบโคออดิเนตของเครื่องจักรกล และใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับระบบโคออดิเนตอื่น ๆ และยังใช้เป็นจุดอ้างอิงในเครื่องจักรกลด้วยเครื่องตัดจะมีตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตเครื่องตัด ดังนั้นตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องและทิศทางของแนวแกนที่ถูกต้อง จึงต้องศึกษาจากคู่มือการปฏิบัติงานของแต่ละบริษัท

2.6.5 จุดอ้างอิง (Reference Point)

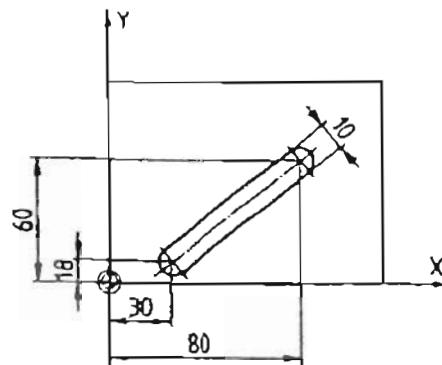
จุดอ้างอิง (R) มักใช้แทนด้วยสัญลักษณ์ เป็นจุดที่ช่วยในการปรับค่า และควบคุมระบบวัดขนาดระยะ การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน และเครื่องมือ ตำแหน่งของจุดอ้างอิงจะถูกกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเที่ยงตรง ในทุกแนวแกนของการเคลื่อนที่ด้วยสวิตช์ จำกัดระยะหรือสวิตช์ขาดตะ (Limit switches Trip dogs) ดังนั้นค่าโคออดิเนตของจุดอ้างอิงจะมีค่าเท่าเดิมเสมอและรู้ค่าตัวเลขที่แน่นอนที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางของเครื่อง

ถ้าเกิดเหตุขัดข้องขึ้นจนทำให้ข้อมูลของตำแหน่งแท่นเลื่อน และเครื่องมือในปัจจุบันสูญหายไปจากระบบควบคุม ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากไฟฟ้าดับ เป็นต้น จะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนต่างๆ กลับไปหาจุดอ้างอิงก่อนเริ่มทำงานใหม่เสมอ เพื่อปรับค่าของระบบวัดระยะการเคลื่อนที่ให้ถูกต้อง

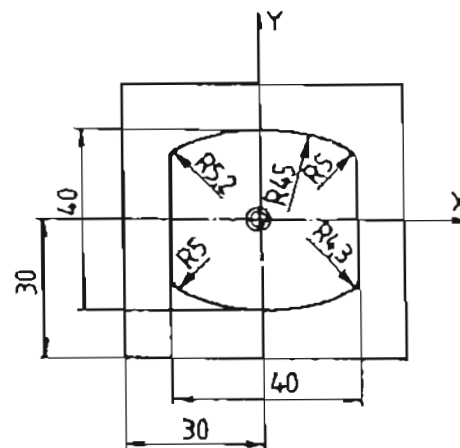
2.6.6 จุดศูนย์ชิ้นงาน (Work Piece Zero Point)

จุดศูนย์ของชิ้นงาน (w) จะแสดงด้วยสัญลักษณ์ จะเป็นจุดที่ช่วยในการกำหนดระบบโคออดิเนต ของชิ้นงานที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์กลางของเครื่อง จุดศูนย์ของชิ้นงานจะถูกเลือกใช้โดยผู้เขียนโปรแกรมและป้อนเข้าไปในระบบซี เอ็น ซี ในขั้นตอนของการปรับตั้ง

ตำแหน่งของจุดศูนย์ของชิ้นงานสามารถที่จะกำหนดเลือกใช้ได้อย่างอิสระโดยผู้เขียนโปรแกรมแต่ต้องอยู่ภายในขอบเขตของการทำงานของเครื่องจักร โดยมีหลักการง่ายๆ คือการกำหนดจุดศูนย์ของชิ้นงานควรจะกำหนดไว้ที่จุดอ้างอิงต่างๆ ที่กำหนดไว้ในแบบชิ้นงาน กล่าวคือเมื่อกำหนดตำแหน่ง จุดศูนย์ของชิ้นงานแล้วสามารถที่จะเปลี่ยนขนาดที่กำหนดในแบบชิ้นงานให้เป็นให้เป็นค่าโคออดิเนตได้โดยสะดวกและหลีกเลี่ยงการคำนวณค่าโคออดิเนตเพิ่มเติมได้



ภาพที่ 2-15 จุดศูนย์กลางอยู่มุมซ้าย-ด้านล่าง



ภาพที่ 2-16 จุดศูนย์กลางอยู่กึ่งกลาง

2.7 ทฤษฎีเบื้องต้นของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนสัญญาณดิจิทัล ไปเป็นการเคลื่อนที่ทางกล จึงสามารถจะติดต่ออุปกรณ์ดิจิทัลได้ง่าย การออกแบบวงจรควบคุมสเต็ปมอเตอร์สามารถทำได้ง่ายกว่าวงจรควบคุมให้สเต็ปมอเตอร์หมุนและหยุดหมุนสามารถทำได้ง่ายกว่าเซอร์โวมอเตอร์

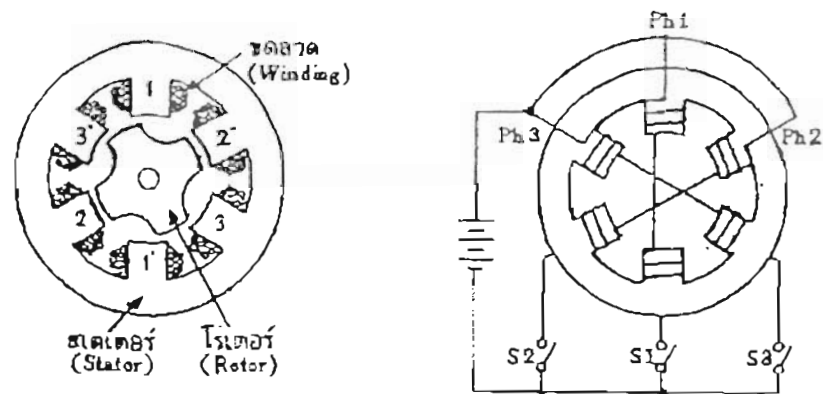
สเต็ปมอเตอร์สามารถแบ่งออกได้หลายชนิดด้วยกัน เช่น Variable reluctance (VR) Permanent magnet(PM) , Hybrid ฯลฯ

ชนิดของสเต็ปมอเตอร์

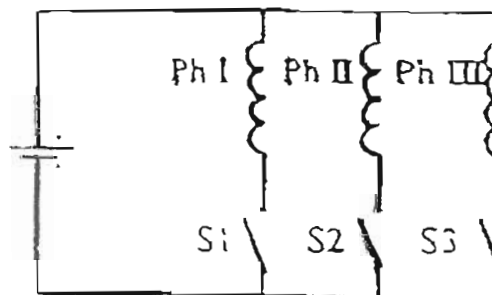
2.7.1 Variable-reluctance(VR)

Variable-reluctance (VR) เป็นสเต็ปมอเตอร์ที่สเตเตอร์และโรเตอร์จะสร้างมาจากเหล็กผสมซิลิคอน (silicon still) เพราะเป็นวัสดุที่มีความซึมซับ (permeability) ได้สูง การทำงานจะได้มาจากที่

สเตเตอร์กำเนิดเส้นแรงแม่เหล็ก (magnetic flux) ซิลิโคนที่มีความซึมซับสูง จึงพยายามที่จัดวางโรเตอร์ในตำแหน่งของเส้นแรงแม่เหล็กของสเตเตอร์ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 2-17



ภาพที่ 2-17 แสดงหน้าตัดขดลวด VR มอเตอร์



ภาพที่ 2-18 แสดงวงจรการกระตุ้นเฟส

จากภาพที่ 2-18 (a) แสดงสถานะเริ่มต้นจะให้สวิตช์ S1 "ON" จะมีกระแสไหลไปที่ขดลวดของเฟส 1 (Ph1) (ในทาง Technical term จะเรียกว่า "Phase 1 excited") จะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กดังภาพ โรเตอร์จะพยายามวางตัวในตำแหน่งที่จะเกิดค่าความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด (equilibrium state ใน term ของ dynamic จาก (b) เมื่อ S2 "ON" จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กที่ เฟส 2 (Ph2) โรเตอร์จะพยายามหมุนเพื่อที่จะปรับตัวเองให้อยู่ในสภาวะที่เกิดค่าความต้านทานแม่เหล็กน้อยที่สุด จึงพยายามที่จะเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งของ Phase 2 จึงเกิดแรงบิด (torque) ที่ใช้ในการหมุนได้มาจากเส้นแรงแม่เหล็ก จน โรเตอร์เคลื่อนที่ไปยังแนวเส้นแรงแม่เหล็กของ phase 2 ดังภาพ (c) และเมื่อ S3 "ON" ก็จะเกิดการเคลื่อนที่ของโรเตอร์ไปยังตำแหน่งของแนวเส้นแรงแม่เหล็กของ เฟส 3 (Ph3) ดังภาพ (d) และต่อไปเมื่อให้ S1 "ON" โรเตอร์

$$S = mN_r$$

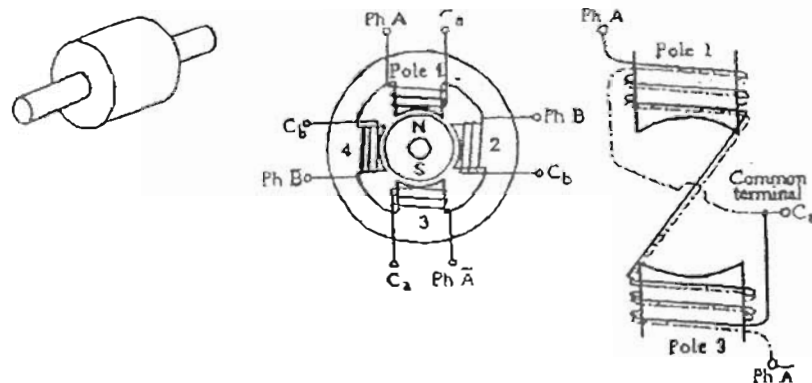
เมื่อ m = จำนวนเฟสของสเตเตอร์

N_r = จำนวนซี่ฟันของโรเตอร์

จากทั้งสองสมการ สมมติเมื่อทราบว่าสเต็ปป์มอเตอร์เป็นแบบ VR สเต็ปป์มอเตอร์ที่มีจำนวนเฟส 4 เฟส (m) มีมุมระหว่างสเต็ปเท่ากับ 1.8 องศา (0s) จะสามารถบอกได้ว่าสเต็ปป์มอเตอร์ตัวนี้มีจำนวนสเต็ปของการหมุน 1 รอบ (S) เท่ากับ 200 สเต็ป และมีจำนวนซี่ฟันของโรเตอร์ (N_r) เท่ากับ 50 เพราะฉะนั้นในการเพิ่มความละเอียดของมุมที่เปลี่ยนไปใน 1 สเต็ป จะสามารถทำได้โดยการเพิ่มจำนวนเฟสของสเตเตอร์ (m) หรือ การเพิ่มจำนวนซี่ฟันของโรเตอร์ (N_r)

2.7.2 Permanent magnet (PM)

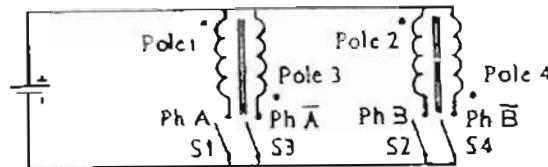
Permanent magnet (PM) เป็นสเต็ปป์มอเตอร์ที่มีข้อแตกต่าง VR มอเตอร์คือโรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวรจึงทำให้การผันขดลวดที่สเตเตอร์จะแตกต่างจาก VR มอเตอร์ด้วยและที่สเตเตอร์มักจะทำมาจากเหล็กผสมอัลลอย (Steel alloy Alnico) เพื่อที่จะสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กแบบหลายขั้ว



ภาพที่ 2-20 แสดงภาพหน้าตัดและการพันลวด PM มอเตอร์

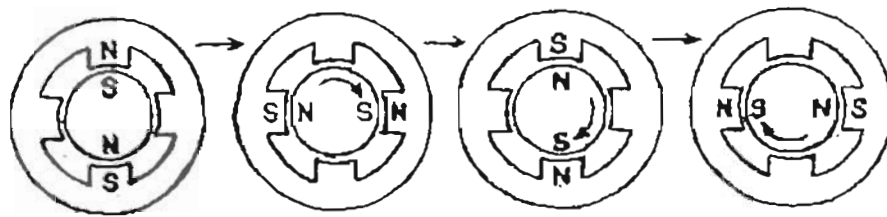
จากภาพที่ 2-20 (a) เป็นลักษณะของโรเตอร์แบบ Cylindrical ของ PM มอเตอร์ และ (b) แสดงสเตเตอร์ในแต่ละขั้วจะมีขดลวดพันอยู่ จากภาพที่ 2-4 (c) จุดขั้วของ C และขั้วของ C จะเป็นจุดร่วม (common) ระหว่างขด 2 ขด (1 กับ 3 และ 2 กับ 4) จะถือว่าแต่ละขั้วที่ทำการต่อร่วมกันจะเป็น 1 เฟส ดังนั้นจากภาพที่ 2-4 จะได้ขั้วเฟสมอเตอร์เท่ากับ 2 เฟส ซึ่งมักจะต่อจุดนี้เข้ากับแหล่งจ่ายไฟจากการผันขดลวดของสเตเตอร์ และการต่อจุดร่วมขดลวดลักษณะการผันขดลวดจะเป็นแบบซ้อนขด (Overlapping wire) เมื่อ Ph A ทำงาน (S1 "ON") แล้วกระแสจะไหลในขดลวดในแนวที่เกิดขั้วแม่เหล็กขั้วหนึ่งใน Pole 1 และกระแสจะไหลผ่านขดลวดที่พันใน Pole 3 เกิดขั้วแม่เหล็กที่ขั้วตรงข้ามกับ Pole 1 และเมื่อ Ph A

("ON") ทำงานกระแสจะไหลในทิศทาง ตรงข้าม กับกรณี Ph A ทำงาน จึงจะเกิดขั้วแม่เหล็กที่ตรงข้ามกับกรณี Ph A ทำงานด้วย



ภาพที่ 2-21 แสดงการกระตุ้นเฟส PM มอเตอร์

สามารถวิเคราะห์การหมุนของ PM มอเตอร์โดยที่เมื่อ Pole ที่ 1 เป็นขั้วเหนือ (N) แล้ว Pole ที่ 3 จะเป็นขั้วใต้ (S) และในทางกลับกันนั้น ที่เมื่อ Pole ที่ 1 เป็นขั้วใต้ (S) แล้ว Pole ที่ 3 จะเป็นขั้วเหนือ (N) การต่อวงจรกระตุ้นเฟสมอเตอร์จะกระทำได้โดยการต่อจุด ดังภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-22 แสดงลักษณะการหมุนของ PM มอเตอร์

จากภาพที่ 2-22 จะเห็นว่าโรเตอร์ PM มอเตอร์ จะหมุนครบ 1 รอบ แต่ละขั้วของแม่เหล็กของแกนโรเตอร์จะหมุนผ่านมีขั้วของสเตเตอร์ 1 ครั้ง จึงสามารถที่จะหาจำนวนสเต็ปของการหมุนโรเตอร์ไป 1 รอบ กับจำนวนเฟสของสเตเตอร์และจำนวนขั้วของโรเตอร์ (จำนวนขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์)

$$S = 2m N_r$$

เมื่อ S = จำนวนสเต็ปของการหมุนโรเตอร์ไป 1 รอบ

m = จำนวนเฟสของสเตเตอร์

N_r = จำนวนขั้วของโรเตอร์ (หรือจำนวนขั้วแม่เหล็กบนโรเตอร์)

PM มอเตอร์เมื่อเทียบกับ VR มอเตอร์แล้วจะมีแรงบิด (torque) ที่สูงกว่า VR มอเตอร์ในขนาดสเต็ปมอเตอร์ที่เท่ากัน เมื่อสมมุติให้มุมเปลี่ยนไปใน 1 สเต็ป มีค่าเท่ากับ 1.8 องศาจะได้ $S = 360/1.8 = 200$ และจาก PM มอเตอร์นั้นขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์จะถูกกำหนดด้วยขนาดของตัวมอเตอร์ และขนาดของ

ตัวโรเตอร์ จึงเป็นการยุ่งยากที่จะมีจำนวนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์ได้มากกว่าการเพิ่มความละเอียดของมุมระหว่างสเต็ปนั้นจึงเพิ่มได้ โดยการเลือกที่จะเพิ่มจำนวนเฟสของสเตเตอร์ แต่จากที่ได้พิจารณาถึงการกระตุ้นเฟสของสเต็ปปั๊มมอเตอร์แล้วจะเห็นว่าเป็นการสิ้นเปลืองวงจรของ solid - state drive circuit มาก จึงอาจที่จะกล่าวได้ว่า ข้อเสียของ PM มอเตอร์นั้น จะมีมุมสเต็ปที่หยาบมาก

การตรวจสอบพาริตีสามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd), แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตีก็ได้ การตรวจสอบพาริตีเป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่เป็นลอจิก '1' ภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่โดยต้องรวมบิตพาริตีเข้าไปด้วยยกตัวอย่างข้อมูลที่ส่งมีขนาด 8 บิต และมีค่าเท่ากับ 99 ฐานสิบหก หรือ 10011001 ฐานสองจะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีลอจิก '1' จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตีเป็นคู่ค่าในบิตพาริตี จะต้องมีลอจิกเป็น 0 แต่ถ้าพาริตีเป็นคี่ ค่าที่บิตพาริตีจะต้องเป็น '1' เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตีมีจำนวนบิตที่เป็นลอจิก '1' มีจำนวนรวมกันเป็นเลขคี่ ในตารางที่ 24 แสดงตัวอย่างของบิตพาริตีในการรับส่งข้อมูลอนุกรม

ตารางที่ 2-4 แสดงบิตพาริตีของข้อมูล

ข้อมูล	บิตพาริตีคู่	บิตพาริตีคี่
00000000	0	1
00000001	1	0
00000010	1	0
00000011	0	1
00000100	1	0
11111110	0	1
11111111	1	0

บิตพาริตีถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART ซึ่งทางภาครับจะต้องทำการกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตีให้ตรงกันว่าจะตรวจสอบพาริตีที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก '1' ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตีด้วย ถ้ากำหนดพาริตีไว้เป็นคู่แต่อ่านค่าตัวเลขในการนับออกมาได้ตัวเลขเป็นคี่ทางภาครับจะแสดงข้อผิดพลาดออกมาให้ผู้ทราบ นับเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการถ่ายทอดข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตีบิตเป็น NONE นั้นทางภาครับและภาคส่งจะไม่มีตรวจสอบพาริตี

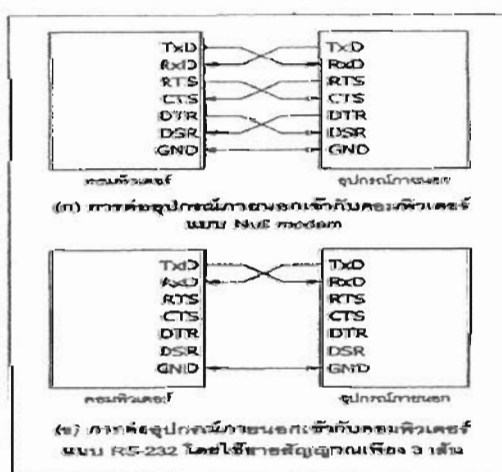
คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์รุ่น XT ใช้ UART เบอร์ 8250 UART ชิปเหล่านี้มีระดับแรงดันเป็นแบบที่ซีแอล (+5V) แต่เพื่อให้มีแรงดันเป็นไป

ตามมาตรฐาน RS-232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ทั้งระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดันที่ที่แอล จะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้นโดยลอจิก "0" มีระดับแรงดัน +3V ถึง +12V ในขณะที่ลอจิก "1" มีระดับแรงดัน -3V จนถึง -12V

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS - 232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS - 232 ในอดีตนั้นถูกออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูลจากโมเด็มนี้สื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์อีกซึ่งอยู่ห่างไกลกัน โดยคณะกรรมการที่เรียกว่า สามคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association : EIA) ได้วางมาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ ในช่วงแรกจะใช้คอนเนกเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีระดับสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ(+3ถึง+12V) แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดภาพแบบอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment : DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating : DCT) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรมได้ ส่วนอุปกรณ์ DCE จะทำหน้าที่เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองจะกระทำผ่านมาตรฐาน RS - 232

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และอุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นได้ชัดคือ คอนเนกเตอร์ของ DTE เป็นตัวผู้ ส่วนคอนเนกเตอร์ของ DCE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเนกเตอร์ที่อยู่โมเด็มจะเป็นแบบ DCE

สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็มหรือเมาส์ โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 เมตร



ภาพที่ 2-23 การต่ออุปกรณ์ภายนอกกับพอร์ต

ลูกศรในภาพแสดงถึงทิศทางของข้อมูล ในภาพ 2-23 (ก) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือ การเชื่อมต่อโดยตรงโดยไม่ผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มภาพแบบ ส่วนภาพที่ 2-30 (ข) เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นหนึ่งสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์ สำหรับรายละเอียดหน้าที่การงานในแต่ละขาของ พอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังต่อไปนี้

Data Carrier Detect : DCD หรืออาจเรียกว่า Carrier Detect : CD ขานี้จะแอกทีฟเมื่อมีการส่ง สัญญาณพาห้จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลเช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติ ขานี้จะไม่ได้ถูกใช้งานมากนัก

Receive Data :RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่ อ่านได้เก็บไว้ในรีจิสเตอร์ บัฟเฟอร์

Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ ในบัฟเฟอร์สำหรับรับส่งข้อมูลออกไป

Data . Terminal Ready : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทาง รับรู้ว่า ต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นั้นจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง และขา DTR ของอุปกรณ์ปลายทางจะต้องเชื่อมต่อกับขา DSR ของคอมพิวเตอร์ ถ้าใช้การเชื่อมต่อเป็นแบบ Null Modem ซึ่งใช้สายในการเชื่อมต่อเพียง 3 เส้น จะต้องขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกันและต้องต่อกับขา DCD ด้วยในกรณีที่โปรแกรมสื่อสารที่ใช้มีการตรวจจับสัญญาณพาห้

Signal Ground : GND ขากราวด์ของระบบ

Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อกันระหว่างคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับข้อมูลจากภายนอกซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR

Request To Sent : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้ทางอุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายัง คอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อกับขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อจะให้การรับและส่งข้อมูลสามารถเกิดขึ้นได้ ตลอดเวลา

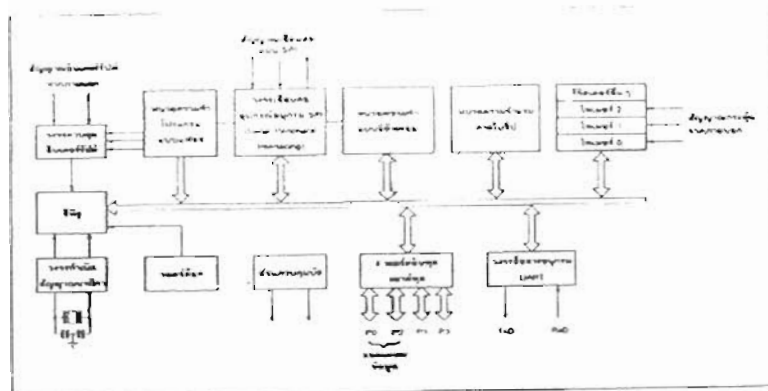
Clear To Sent : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ข้อมูลที่ขา TxD จะ ถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงถูกใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

Ring Indicator : RI ใช้แสดงสถานะสัญญาณเรียกสายโทรศัพท์ ปกติในการสื่อสารโดยทั่วไปสายนี้ จะไม่ถูกใช้งาน จะใช้งานก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อกับโมเด็มและโปรแกรมมีการตรวจสัญญาณนี้เท่านั้น

2.8 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์

คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์มีดังต่อไปนี้

1. เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต



ภาพที่ 2-25 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89Sxx

การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกันดังแสดงในภาพที่ 2-24 และ 2-25 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขา VCC ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

ขา GND เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

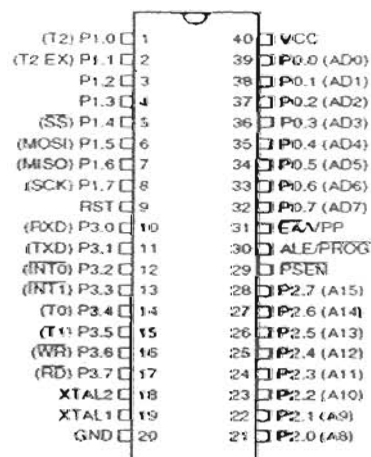
ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต ทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นจะมีสถานะให้ปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตพีแวนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7) และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Cxx จะให้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทมเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทมเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 ถึง P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูลในระบบ

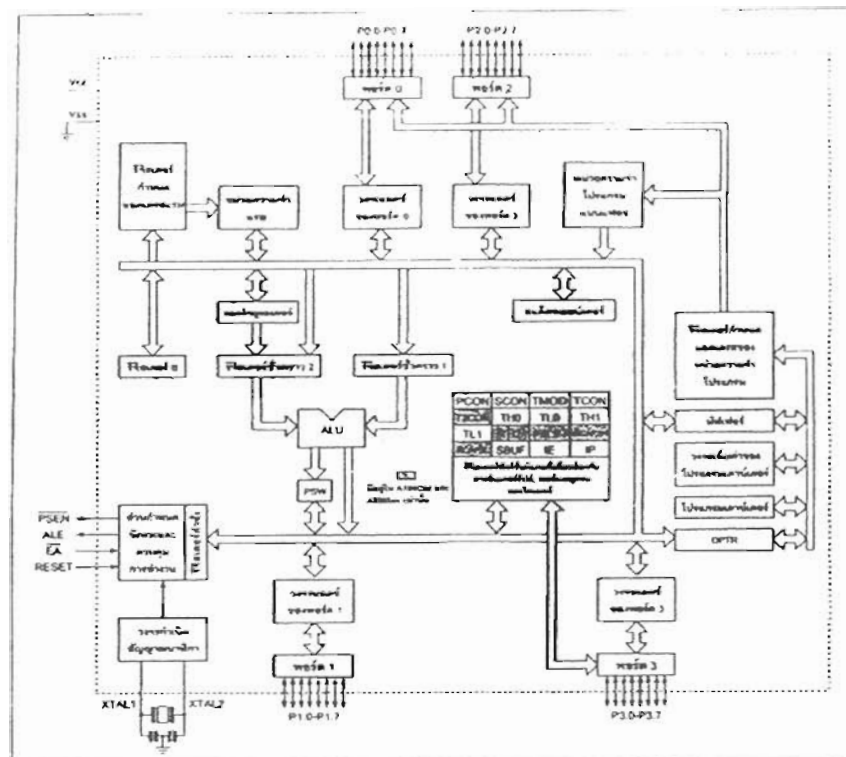
ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นจะมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงหน่วยความจำภายนอก (A8-A15)

พอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นต้นต่อไปนี้

- P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD
- P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD
- P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INT0
- P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1
- P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0
- P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1
- P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RD ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก



ภาพที่ 2-26 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์



ภาพที่ 2-27 โครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์

รีเซ็ต (Reset) ใช้ในการรีเซ็ตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซ็ตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซ็ตอย่างน้อย 2 แมกซีนไซกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable / Program pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้หน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับรับพัลส์ของโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณออกมาที่ขา 2 ครั้ง ในแต่ละแมกซีนไซกิล แต่ถ้าหากติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานี้จะไม่มีการส่งสัญญาณใด ๆ ออกมา

ขา EA /Vpp (External Access enable/ Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมจากภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากนี้เป็น "0" เป็นการเลือกให้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น "T" เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ขาที่ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชต้องการแรงดันสำหรับโปรแกรม +12V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตัลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sherman Y.T.Lang, K.P.Rao and Lai To Ching.1999, [3]

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอขั้นตอนวิธีการของการเคลือบผิวหนังให้ขรุขระ ให้การตัดของเศษหินกรวดที่มีความดันสูง เป็นตัวที่ทำให้ผิวขรุขระโดยมีตัวแปลหลักคือ ช่องว่างของเศษหินกรวดและยังเพิ่มตัวแปรอีกตัวโดยใช้Rotary table เพื่อจับชิ้นงานผลที่ได้คือ ประสิทธิภาพของผิวที่มีค่าคงที่

Zhongxu Hu , Chris Marshall, Robert Bicker and Paul Taylor, [4]

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอเกี่ยวกับเครื่องต้นแบบที่นำมาใช้ในการเคลือบผิวของหนัง เพื่อที่จะประเมินความเป็นไปได้ของเครื่องต้นแบบโดยใช้หุ่นยนต์เป็นตัวควบคุมคุณภาพของการพ่น

J. Chae, S.S. Park.2007, [5]

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอ การพัฒนาระบบการกักชิ้นงานขนาดเล็ก ที่มีความละเอียดพิเศษ และการวัดแรงที่ใช้ในการตัด โดยใช้ sensor ที่ใช้ในการวัดรูปทรงแบบ 3 แกน ทำให้ได้ Parameter ของกระบวนการผลิตที่เหมาะสมและตรงกับความต้องการ และยังมีการตรวจสอบกระบวนการผลิตเพื่อป้องกันความเสียหาย

J. A. Arscularatne, P Mathew and P L B Oxley.2000, [6]

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อที่จะทำนายแรงตัดเฉือนและอายุการใช้งานของใบตัด โดยทฤษฎีการตัดเฉือนเป็นตัวทำนาย แรงตัดเฉือน อุณหภูมิตัดเฉือน และความยาวของเศษใบมีด ที่มีผลกระทบต่อการนำผิวของใบมีด

W. Song, J. Wang and C.C. Tan.2001, [7]

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา โมเดลของแรงที่ใช้ในการตัดที่มีผลต่อการสึกหรอโดยที่จะทำการวิเคราะห์บริเวณที่เกิดแรงตัดเฉือนเพื่อที่จะนำมาหาแรงในระนาบการเคลื่อนและเศษของมิดที่เกิดการสึกหรอ

Bohler Hochdrucktechnik.2002, [8]

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาพัฒนาเทคโนโลยีการตัดด้วยน้ำ (water jet cutting) โดยมีส่วนผสมที่เป็นพวกทรายเข้าไป ทำให้มีผลทำให้สามารถตัดหิน แก้ว หรือหนัง ได้หนาถึง 100 มิลลิเมตรหรือมากกว่านั้น

Holger Glaab.2005, [9]

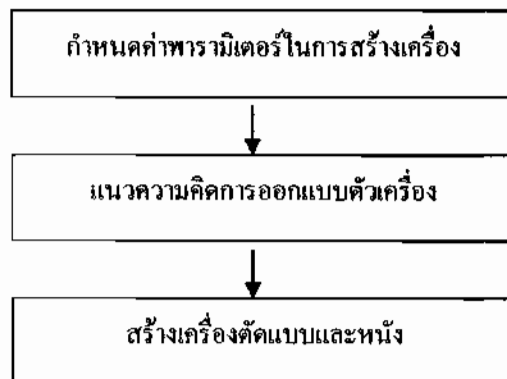
งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการตัดหนังที่เรียกว่า Lasernest มีผลทำให้ชิ้นงานที่ถูกตัดนั้นวางอยู่บนโต๊ะชิ้นงาน โดยใช้ลำแสงLaserหลายๆ ลำแสงพุ่งเข้าไปตัดชิ้นงานพร้อมกัน พร้อมทั้งหาเส้นทางในการตัดได้

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานของการสร้างเครื่องตัดแบบและหนัง มีวัตถุประสงค์เพื่อตัดกระดาษที่มีความหนา 0.3-2.5 มิลลิเมตร เพื่อทำ Pattern ตัดหนังแท้ที่มีความหนา 0.5-2 มิลลิเมตร โดยมีหัวข้อดังนี้

- 3.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการสร้างเครื่อง
- 3.2 แนวความคิดการออกแบบเครื่องตัดแบบและหนัง
- 3.3 สร้างเครื่องตัดแบบและหนัง



3.1 กำหนดค่าพารามิเตอร์ในการสร้างเครื่อง

3.1.1 ลักษณะของชิ้นงานและความหนาของชิ้นงาน

- 3.1.1.1 หนังแท้ ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร
- 3.1.1.2 หนังเทียม ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร
- 3.1.1.3 กระดาษ ความหนาประมาณ 2.5 มิลลิเมตร

3.1.2 ระบบการเคลื่อนที่และส่งกำลัง ต้องสามารถเคลื่อนที่ได้ 3 แกน

3.1.3 ชุดมิตัดได้ ต้องสามารถหมุนได้ 360 องศา

3.1.4 ชุดจับยึดชิ้นงาน สามารถจับยึดหนังและกระดาษและไม่เกิดขวางการทำงานของมิตัด

3.2 แนวความคิดการออกแบบเครื่องตัดแบบและหนัง

3.2.1 ส่วนของตัวเครื่อง

3.2.2 ส่วนของหัวตัด

3.2.3 การคำนวณส่วนประกอบเครื่อง

3.2.1 ส่วนของตัวเครื่อง

เนื่องจากแรงที่ใช้ในการตัดหนังมีค่ามากทำให้เลือกใช้ตัวเครื่องแบบ Mini CNC เพราะเครื่อง Mini CNC สามารถให้แรงกดได้มากกว่า 50 N

ตารางที่ 3-1 การเปรียบเทียบชุดขับเคลื่อน

	Plotter		Mini CNC	
	สายพาน	Roler	Ball screw	Feed screw
ความเร็วในการเคลื่อนที่	650 mm./s	550 mm./s	0.5-50 IPM	0.5-30 IPM
การรับน้ำหนัก	9.81 N	5 N	มากกว่า 50 N	มากกว่า 50 N
ความเที่ยงตรง	0.01	0.01	0.0125	0.1
อายุการใช้งาน	ปานกลาง	ปานกลาง	นาน	นาน

มีองค์ประกอบหลักๆดังนี้คือ

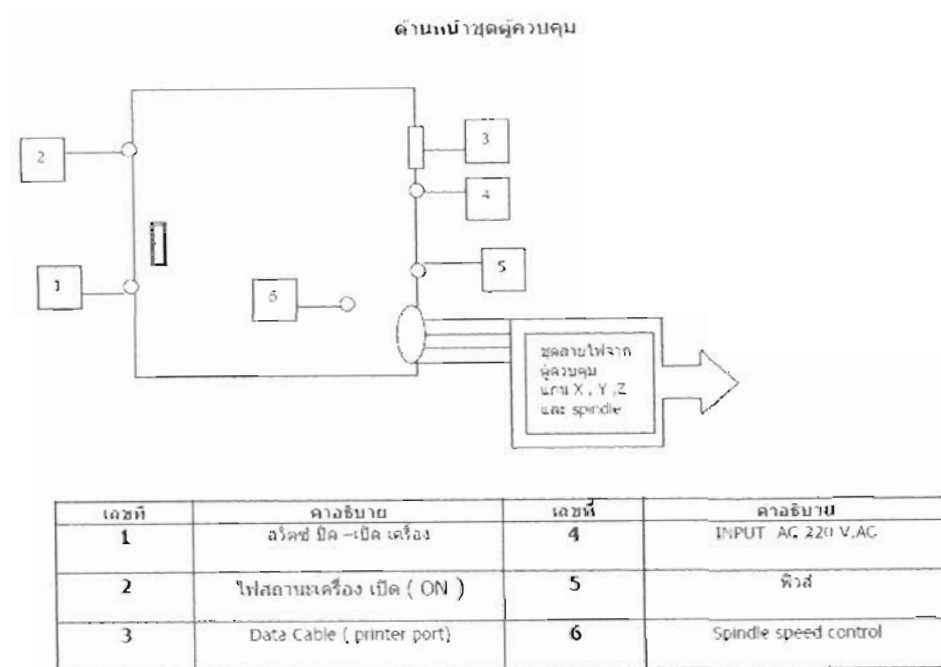
3.2.1.1 ระบบควบคุมเครื่องจักร

มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ให้ที่ป้อนข้อมูลให้ผ่านทางโปรแกรม และส่งคำสั่งนี้ต่อไป ยังชุดเคลื่อนที่และส่วนการทำงานให้ทำงานสัมพันธ์กับคำสั่ง

ชุดควบคุมประกอบด้วย

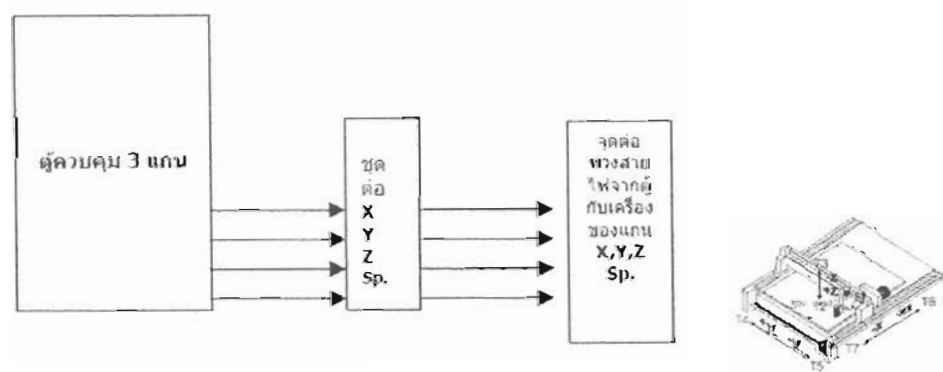
1. ชุดติดต่อกับผู้ใช้ เป็นส่วนทำหน้าที่สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร รายงานสภาวะการทำงานต่างๆ ที่เกิดขึ้นเช่นตำแหน่งของแกน ความเร็วรอบของการหมุน เป็นต้น โดยชุดติดต่อกับผู้ใช้ประกอบด้วยจอภาพ แป้นพิมพ์ ปุ่มสวิตช์ควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น ความเร็วเดิน

2. ชุดควบคุมเครื่องจักร ทำหน้าที่รับและจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่รับมาจากชุดติดต่อกับผู้ใช้ แล้วทำการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อส่งให้กับส่วนทำงานต่างๆ เช่น ชุดขับเคลื่อนแกน (Stepper motor) โดยส่วนนี้จะประกอบด้วย ส่วนคำนวณหรือ Microprocessor หน่วยความจำ ชุดขับแกน และหัวตัดแบบและหนัง และชุดควบคุม ขั้นตอนการทำงาน



ภาพที่ 3-1 ด้านหน้าชุดควบคุม

การต่อสายพ่วงระหว่างชุดควบคุม และ เครื่อง Mini CNC

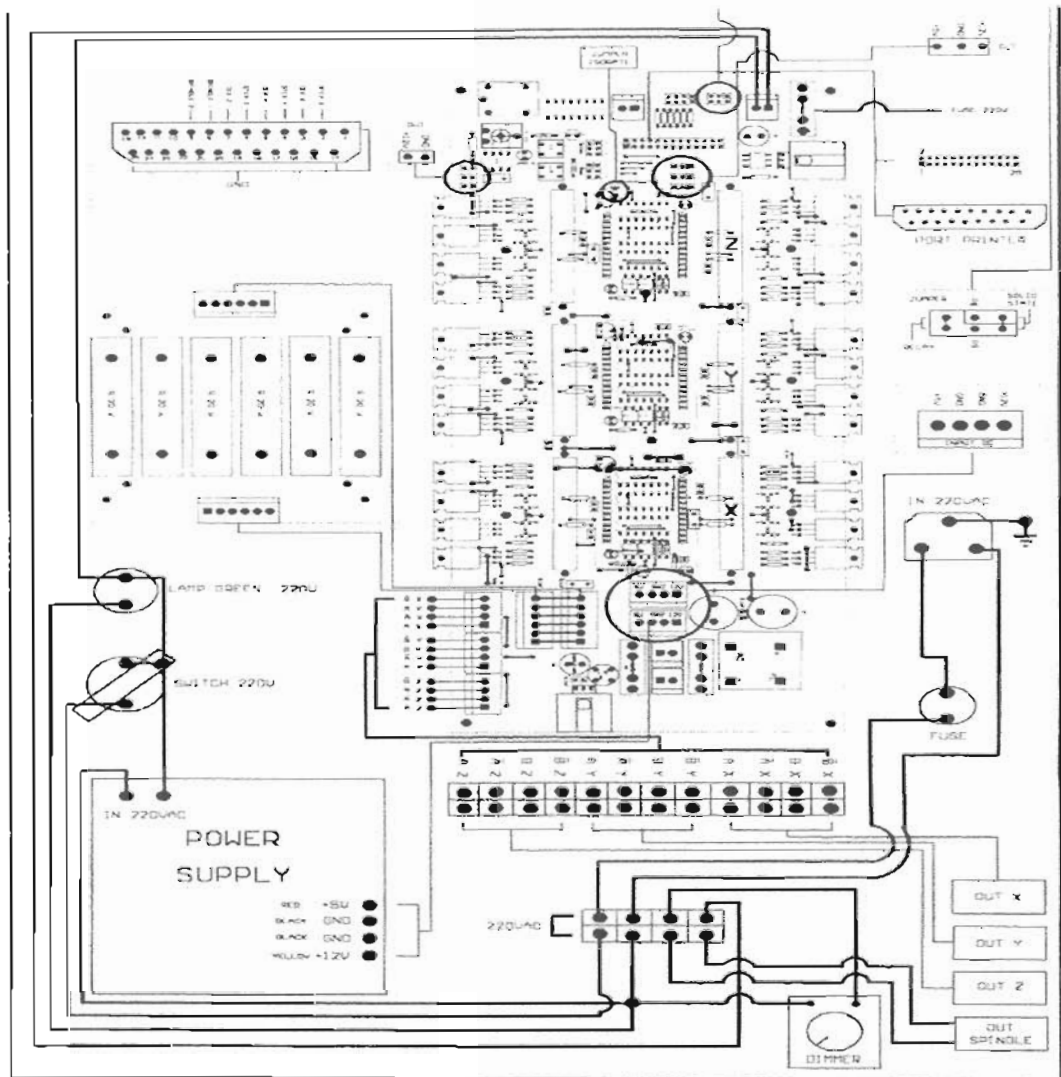


ภาพที่ 3-2 การต่อสายพ่วงระหว่างชุดควบคุมกับเครื่อง Mimi CNC

การทำงานของวงจร เมื่อมีคำสั่งให้ตัวเครื่องมีการเคลื่อนที่ในแนวแกน X Y Z เราจะป้อนระยะการเคลื่อนที่(G-code)ผ่านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยโปรแกรม K cam 4 และทำการติดต่อกับแผงควบคุมด้วย RS232 Printer Port โดยคำสั่งที่ส่งมาจะอยู่ในรูปแบบของดิจิตอล จากนั้นจะเข้าสู่บอร์ดของแต่ละแกน ซึ่งจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยลำดับแรกจะทำการแปลงสัญญาณจากดิจิตอลที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์ให้เป็นโวลต์ (D/C), Digital analog เพื่อส่งต่อไปยังภาคขยาย (Diver) โดยมี Transistor

เป็นตัวขยายเพื่อไปขับ Stepping Motor โดยจะทำการตรวจสอบการเคลื่อนที่ด้วยสัญญาณพัลส์ที่เคลื่อนที่จริงเปรียบเทียบกับสัญญาณพัลส์ที่ถูกส่งออกไปหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากันตัว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการปรับค่าสัญญาณให้เท่ากับสัญญาณพัลส์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่จริง

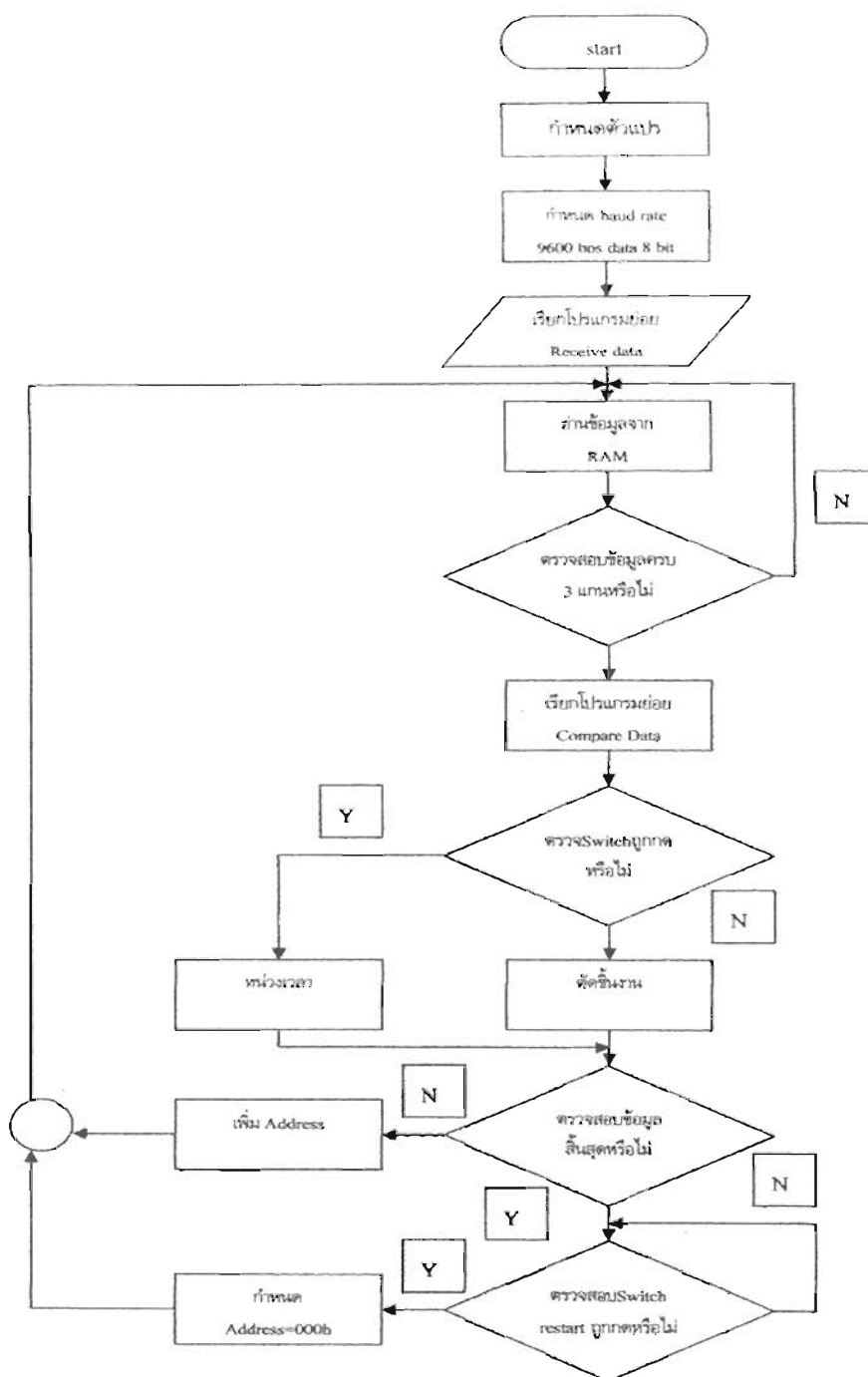
วงจรการควบคุมของเครื่องตัดแบบและหนึ่ง



ภาพที่ 3-3 วงจรการควบคุม

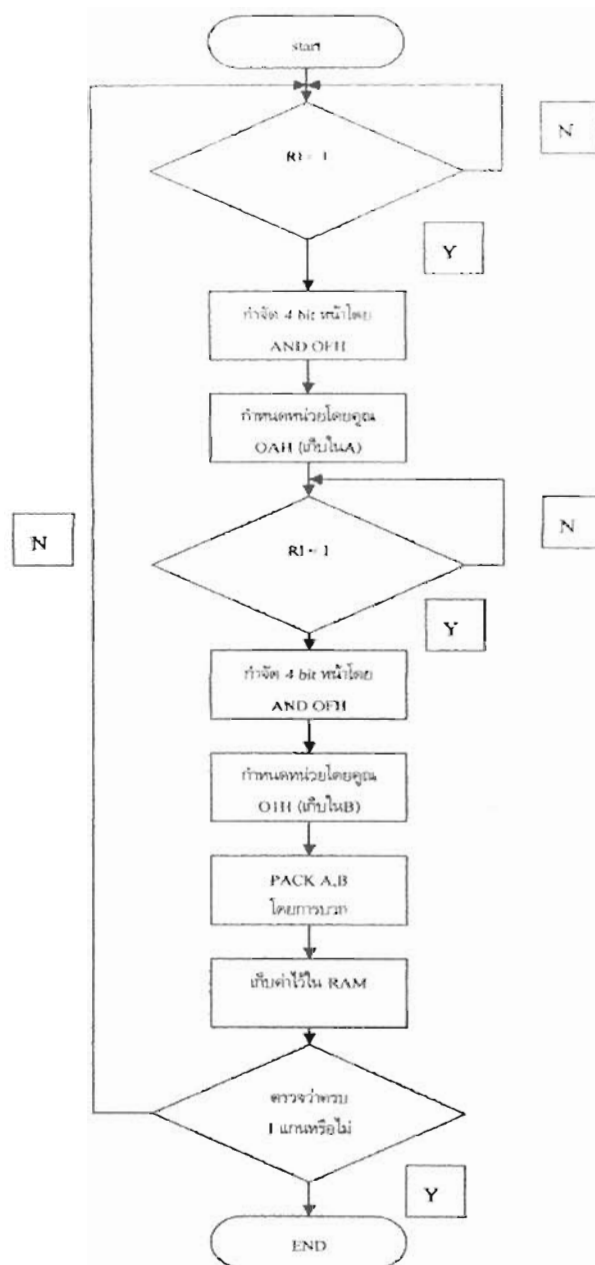
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ เริ่มต้นจะกำหนดพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่า baud rate อยู่ที่ 9600 bps Data 8 bit จะส่ง Data ไปส่วนรับข้อมูลถ้ามีข้อมูลเข้ามาบิต RT จะถูกเซตโดยอัตโนมัติโดย Data จะถูกเก็บใน RAM โปรแกรมจะทำการตรวจว่าครบ 2 แกนหรือไม่ถ้าไม่ครบจะกลับไปเริ่มอ่านจาก RAM ใหม่ หลังจากนั้นจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับค่าระหว่างพิกัดเดิมกับพิกัดใหม่ การ

ตรวจสอบว่าสิ้นสุดหรือไม่จะทำการตรวจสอบสัญญาณถ้าไม่พบก็จะไปอ่านจาก RAM ใหม่เพื่อทำการตัดในพิกัดต่อไป และสุดท้ายทำการตรวจ การ Restart หากไม่มีสัญญาณก็จะทำการตัดต่อไปโดยมีหลักการดังภาพที่ 3-4



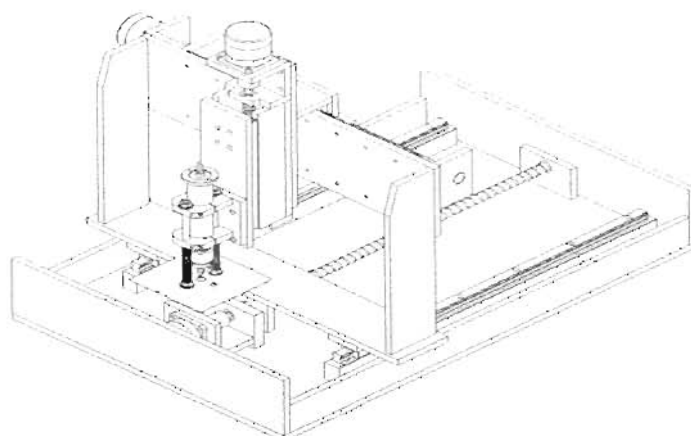
ภาพที่ 3-4 ลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

ส่วนของการรับข้อมูลจะมีการตรวจสอบ บิต RT ว่ามีการรับข้อมูลมาหรือยังถ้ารับมาจะถูก Set อัตโนมัติจะเก็บใน บัฟเฟอร์ เมื่อได้ข้อมูล 1 ตัวก็จะมาจัด 4 bit หน้าออกโดยแทนด้วย 0FH แล้วคูณ 10 ให้มีค่าเป็นหลัก 10 ตัวต่อมาก็จะทำเช่นกันแต่จะไม่คูณกับค่าใดเพื่อให้เป็นหลักหน่วยแล้วมาบวกกันจะได้ 8 bit แต่ใน 1 แขนจะใช้ 16 bit จะถูกเก็บใน RAM โดยใช้รีจิสเตอร์ DPTA เป็นตัวอ้างแอดเดสเพื่อติดต่อกับ อุปกรณ์ภายนอกข้อมูลจะถูกส่งไปยัง Data bus ดังภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 ลำดับขั้นตอนการทำงานของารรับข้อมูล

3.2.1.2 ตัวเครื่องจักร



ภาพที่ 3-6 ตัวเครื่องจักร

มีส่วนประกอบที่สำคัญดังต่อไปนี้

โครงสร้างของเครื่องส่วนใหญ่จะทำจาก Aluminum เพื่อให้มีน้ำหนักเบา เพื่อที่จะให้ขนาดของ Stepping Motor , Guide Way , ball screw และส่วนในการเคลื่อนที่จะได้ไม่ต้องรับแรงมากและราคาก็จะถูกลง

ตารางที่ 3-2 โมดูลัสของความยืดหยุ่นของโลหะบางชนิด [10]

Materials	Modulus of elasticity	Shear Modulus	Poisson's ratio
	10^6 psi (GPa)	10^6 psi (GPa)	
Aluminum alloys	10.5 (72.4)	4.0 (27.5)	0.31
Steel	29.0 (200)	11.0 (75.8)	0.33
Stainless steel	28.0 (193)	9.5 (65.6)	0.28

แท่นเครื่อง (Machine Bed) เป็นโครงสร้างหลักทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร

หมอนรอง (Saddle) ใช้ต่อจากแท่นเครื่อง เพื่อติดตั้งแกนการเคลื่อนที่อื่น ๆ

โต๊ะ (Table) ใช้สำหรับวางวัสดุที่ต้องการสร้างชิ้นงาน

เสา (Column) ใช้สำหรับติดตั้งชุดเคลื่อนที่หัวตัดแบบและหน้

ชุดแกนการเคลื่อนที่ต่างๆ ประกอบด้วย

Stepper Motor มีหน้าที่รับคำสั่งทางไฟฟ้าจากชุดควบคุมมาแปลงเป็นการเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งนั้น ๆ

ชุดรายงานตำแหน่ง (Position Feedback) มีหน้าที่อ่านตำแหน่งของแกนการเคลื่อนที่ต่างๆ แล้วส่งค่าไปให้ชุดควบคุม โดยทั่วไปจะใช้ Encoder หรือ Linear Scale

ชุดรองเลื่อน (Guide Way หรือ Slide Way) เป็นชุดประกอบให้แกนการเคลื่อนที่ เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและให้ความแข็งแรงของการเคลื่อนที่ของ Table และ หัวตัดขึ้นงาน ขณะตัดขึ้นงาน

ชุดขับเคลื่อน (Ball Screw สลิง Belt) เป็นอุปกรณ์ที่แปลงการเคลื่อนที่เชิงมุมจาก Stepper motor ไปเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น สามารถเลือกใช้ได้ตามลักษณะงาน ความละเอียดและความแม่นยำ

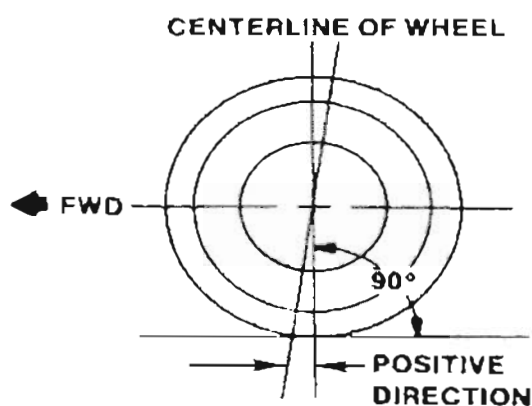
3.2.2 ส่วนของหัวตัดแบบและหน้

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ชุดมุมมิดในการตัด

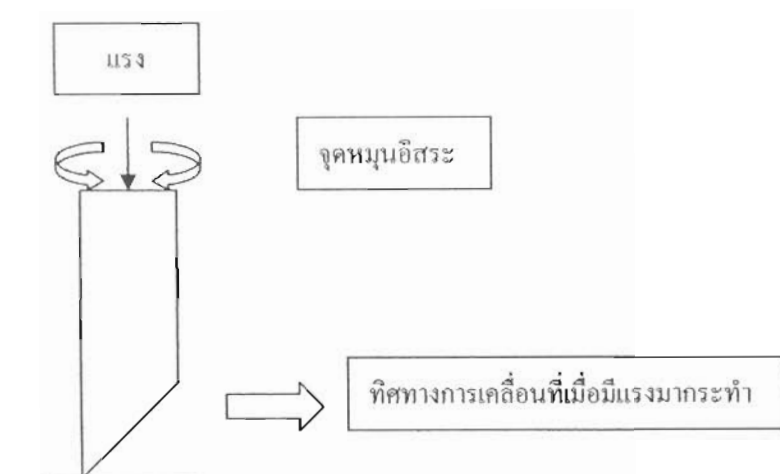
ชุดแผ่นกดขึ้นงาน

3.2.2.1 ชุดมุมมิดในการตัด อาศัยหลักการของมุม caster ของล้อ



ภาพที่ 3-7 มุม caster

ตัวใบมีดใช้ใบมีด cutter มุม 30 องศา โดยอาศัยหลักการ วัตถุต้องรักษาสมดุลของตนเองเสมอ หรือเรียกว่า การเพิ่มเสถียรภาพของใบมีด หลักการทำงาน แรงที่ได้จากแกน X Y ของเครื่อง Mini CNC จะเป็นตัวกำหนดทิศทางการเลี้ยวของใบมีด โดยใบมีดนั้นต้องหมุนอิสระ อาศัย แรงแกน X Y และ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน จะทำให้ใบมีดเลี้ยวไปตามแรงที่กระทำ จุดยึดมีจะอยู่ที่กลางใบมีด และมีจุด สัมผัสกับชิ้นงานที่มุมปลายแหลม

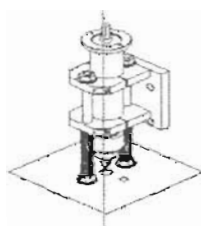


ภาพที่ 3-8 ชุดมิด

3.2.2.2 ชุดแผ่นกดขึ้นงาน

ก) แผ่นสแตนเลส 120x120 mmหนา 2 mm

ข) สปริงหลอด มีค่า $K = 50$ ที่สามารถกดหนึ่งให้ติดกับโต๊ะ สูญญากาศทำให้หนังไม่ยุบ และกระดกเวลาตัดหนังหรือกระดาก ขาดแล้ว



ภาพที่ 3-9 ชุดแผ่นกดขึ้นงาน

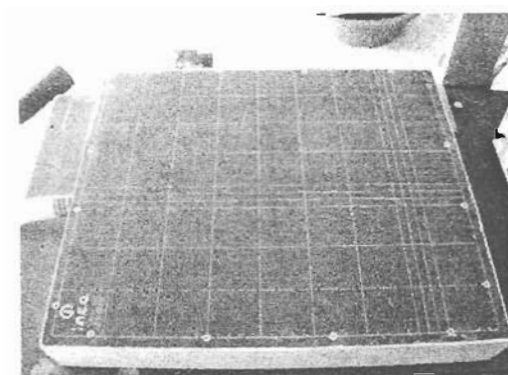
3.2.3 ส่วนของการจับยึด

3.2.3.1 กล้องสูญญากาศ

เป็นกล้องไม้ขนาด 400x330 mm. หนา 50 mm. โดยมีช่องต่อท่อดูดลมเพื่อให้กล้องเกิดสูญญากาศ แผ่นด้านบนเป็นแผ่นรองตัดเจาะรูขนาด 2 mm. ต่อ 10 ตารางมิลลิเมตร การจับยึดสูญญากาศที่มีแรงมากพอที่จะจับยึดขึ้นงาน โดยอาศัยหลักการ $P = F/A$ เมื่อมีพื้นที่เพิ่มขึ้นแรงที่จะใช้ในการจับยึดจะกระจาย ทำให้การจับยึดขึ้นงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

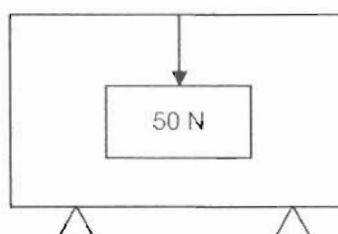
พื้นที่ทั้งหมด = 132,000 ตารางมิลลิเมตร

พื้นที่ในการจับยึด = 1,252.86 ตารางมิลลิเมตร (399 รู)



ภาพที่ 3-10 กล่องสุญญากาศ

3.3 การคำนวณส่วนประกอบของเครื่อง[11][12][13]



3.3.1 ชุดแท่นเลื่อนแกน X (Slideways axis X)

เมื่อได้อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ของชุดหัวตัดแล้วก็นำมาทำการออกแบบโครงสร้างหรือติดตั้งชิ้นส่วน จากนั้นจะทำการคำนวณหา Load ที่กระทำต่อชุดเลื่อน โดยอุปกรณ์ที่ใช้การเลื่อนชุดหัวตัด ประกอบด้วย

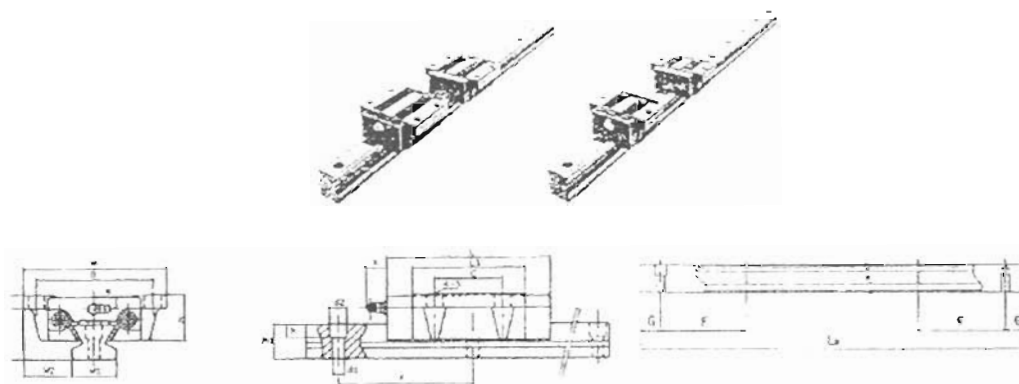
LM BLOCK

Ball Screws

Ball Bearing

Housing

3.3.1.1 การเลือกชนิดของ LM Block



ภาพที่ 3-11 LM Block

$$\text{สมการ} \quad C_o = P \times f_s \quad (3-1)$$

f_c

โดยที่

C_o = Static Load

P = Design Load

f_s = Static safety factor

f_c = Contact factor

กำหนดให้

$$P = g \times m_1 \quad (\text{ค่า } g = 9.81 \text{ N/kg})$$

โดยที่

$$\begin{aligned} m_1 &= \text{มวลของชั้นที่ 1} + \text{มวลของชั้นที่ 2} + \text{มวลของชั้นที่ 3} \\ &= 0.7 + (0.5 \times 2) + 3.4 \\ &= 5.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$f_s = 1.0 - 2.0 \quad (\text{เลือกใช้ค่า } f_s = 2)$$

$$f_c = 0.66$$

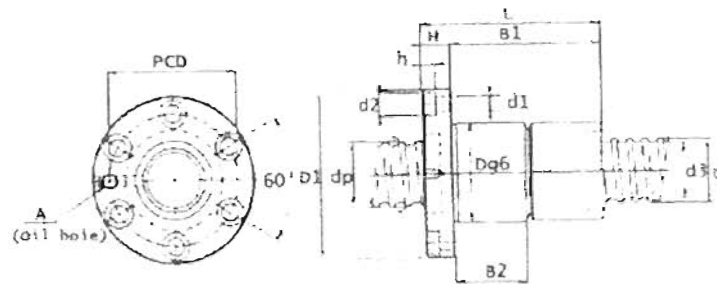
แทนค่าลงในสมการที่ 3-1

$$C_o = \frac{50 \times 2}{0.66}$$

$$= 151.51 \text{ N}$$

นำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเลือก LM BLOCK แต่ต้องเพื่อความแข็งแรงของ LM BLOCK ให้มากกว่าเดิมเพราะยังมี Load ที่ยังไม่ได้นำมาคำนวณด้วย คือ น้ำหนักของหัวตัด แรงตัดเฉือน และแรงตัดเฉือนที่ข้อของคมตัด เป็นต้น ดังนั้นจึงเพิ่มความแข็งแรงเป็น 2 เท่า จะได้ค่า $C_o = 2 \times 151.51 = 303 \text{ N}$ เปิด Catalog ได้ HGH 15CA

3.3.1.2 ในการเลือก Ball Screws จะต้องหาค่า Load ที่มากระทำในแนวแกน ซึ่งก็คือ Static Load ในการเลือก LM BLOCK



ภาพที่ 3-12 Ball Screws

$$F_{a \max} = \frac{C_o a}{f_s} \quad (3-2)$$

โดยที่

$F_{a \max}$ = Allowable axial load

$C_o a$ = Basic Static load

f_s = Static safety factor

กำหนดให้

$$F_{a \max} = 50 \text{ N}$$

$$F_s = 1-2 \text{ (เลือกใช้ค่า } f_s = 2)$$

แทนลงในสมการที่ 3-2

$$C_o = 50 \times 2$$

$$= 100 \text{ N}$$

นำค่า C_o ที่ได้ไปเลือกชนิดของ Ball Screws ใน Catalog ซึ่งจะได้ Ball Screws ในแนวแกน X ชนิด A 3 TBI 1610 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร ยาว 390 มิลลิเมตร

3.3.1.3 การเลือก Bearing

ใช้ Ball Bearing เม็ดกลมสัณผัสดึงมุม โดยใช้แบบตลับคู่หันหน้าชนกันหรือ หันหลังชนกัน

จากสมการ

$$P = Fr + 0.52Fa \quad (3-3)$$

โดยที่

P = แรงสมมูลผลวัดที่กระทำต่อลูกปืน (N)

Fr = แรงลัพท์ในแนวรัศมี (N)

Fa = แรงลัพท์ในแนวแกน (N)

กำหนดให้

$$Fr = 50 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} Fa &= u \times g \times m1 \\ &= 0.003 \times 9.81 \times 5.1 \\ &= 0.15 \text{ N} \end{aligned}$$

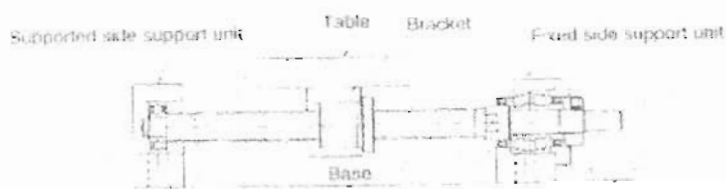
แทนค่าในสมการที่ 3-3

$$\begin{aligned} P &= 50 + 0.52(0.15) \\ &= 50.07 \text{ N} \end{aligned}$$

Static load 100.14 N

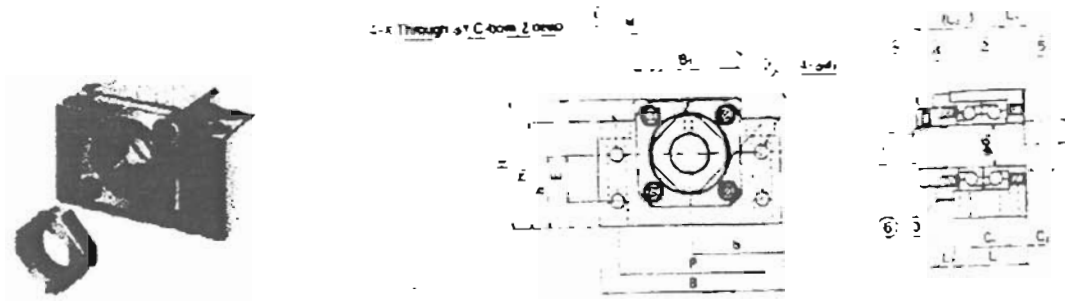
นำค่าที่ได้ไปเลือก Ball Bearing จาก Catalog จะได้ Ball Bearing ชนิด ตลับคู่กันหลังชนกัน (7206 BECB) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร

3.3.1.4 การเลือก Support Units (Housing)



ภาพที่ 3-13 Support Unit

Hosing เป็นอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนที่ใช้ยึดเฟลา โดยจะแบ่งออกเป็น สองส่วน คือ Supported support unit และ Fix side support unit ดังรูปข้างล่าง



ภาพที่ 3-14 Fix side

จากค่า Static load ที่กระทำในแนวแกน X = 100.14 N เมื่อนำมาเปิด Catalog จะได้

Fixed side Angular Ball Bearing : Model Number BK 17 และ Bearing : Model Number 7002 PF GMP5

Supported side Deep groove ball bearing : Model Number BF 17 และ Bearing : Model Number 6203ZZ

3.3.2 ชุดแท่นเลื่อนแกน Y (Slide ways axis Y)

ในการเลือกอุปกรณ์ต่างๆ จะเหมือนกับชุดเลื่อนแกน X ซึ่งต้องทำการเลือกค่าดังต่อไปนี้

LM BLOCK

Ball Bearing

Ball Screws

Housing

3.3.2.1 การเลือก LM BLOCK

กำหนดให้

$$P = g \times m2 \quad (\text{ค่า } g = 9.81 \text{ N/kg})$$

$$m2 = \text{มวลของชิ้นที่ 1} + \text{มวลของชิ้นที่ 2} + \text{มวลของชิ้นที่ 3}$$

$$= 2.5 + 1.7 + 5.9$$

$$= 10.2 \text{ kg}$$

$$= 9.81 \times 10.2$$

$$= 100 \text{ N}$$

$$fs = 1.0 - 2.0 \quad (\text{เลือกใช้ค่า } fs = 2)$$

$$fc = 0.66$$

จากสมการที่ 3-1

$$\begin{aligned}
 Co &= 100 \times 2 \\
 &0.66 \\
 &= 303.03 \text{ N}
 \end{aligned}$$

นำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเลือก LM BLOCK แต่ต้องเพื่อความแข็งแรงของ LM BLOCK ให้มากกว่าเดิม เนื่องจากยังมี Load ที่ยังไม่ได้นำมาคำนวณด้วย คือ แรงตัดเฉือนและ แรงดัดเฉือนที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากความถี่ของคมตัด เป็นต้น ดังนั้นจึงเพิ่มความแข็งแรงอีกเป็น ประมาณ 2 เท่า จะได้ HGH 15CA

3.3.2.2 การเลือก Ball Screws

กำหนดให้

$$\begin{aligned}
 Fa_{\max} &= 100 \text{ N} \\
 Fs &= 1-2 \text{ (เลือกใช้ค่า } fs = 2)
 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการ 3-2

$$\begin{aligned}
 Co &= 100 \times 2 \\
 &= 200
 \end{aligned}$$

นำค่า Co ที่ได้ไปเลือกชนิดของ Ball Screws ใน Caralog ซึ่งจะได้ Ball Screws ในแนวแกน Y ชนิด A 3 TBI 1610 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มม. ยาว 340 มม.

3.3.2.3 การเลือก Ball Bearing

ใช้ Ball Bearing เม็ดกลมสัมผัสเชิงมุม โดยใช้แบบดัดล้นคู่หน้าชนกันหรือหันหลังชนกัน

จากสมการ

$$P = \text{แรงสมมูลพลวัตที่กระทำต่อลูกปืน (N)}$$

$$\text{โดยที่ } Fr = \text{แรงรัศมีในแนวรัศมี (N)}$$

$$Fa = \text{แรงรัศมีในแนวแกน (N)}$$

กำหนดให้

$$\begin{aligned}
 Fr &= 100 \text{ N} \\
 Fa &= u \times g \times m2 \\
 &= 0.003 \times 9.81 \times 10.2 \\
 &= 0.3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

แทนค่าในสมการที่ 3-3

$$\begin{aligned}
 P &= 100 + 0.52 (0.3) \\
 &= 100.15 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Static load 200.30 N

นำค่าที่ได้ไปเลือก Ball Bearing จาก Catalog จะได้ Ball Bearing ชนิด ตลับคู่กันหลังชนกัน (7206 BECB) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร

3.3.2.4 การเลือก Support Unit ในแนวแกน Y

จากค่า Static load ที่กระทำในแนวแกน Y = 200.30 N เมื่อนำมาเปิด Catalog จะได้ Fixed side Angular Ball Bearing . Model BK 25 และ Bearing : Model Number 7205 PF GMP5

Supported side Deep groove ball bearing : Model BF 25 และ Bearing : Model Number 6205ZZ

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดเครื่องตัดแบบและหนัง

พื้นที่การทำงาน	300x40x50 mm.
ชุดรองเลื่อน	Dual linear guide way
ชุดขับเคลื่อน	Ball screw (Zero Backlash)
โครงสร้าง	Aluminum , mild steel
ความเร็วในการเคลื่อนที่	0.5-50 IPM แนวเส้นตรง ,0.5 - 30 IPMเคลื่อนที่ 3 แกนพร้อมกัน
ระบบมอเตอร์	Stepping Motor
ความละเอียด	0.0125 - 0.05 mm.
ความแม่นยำ	0.1 mm./ 300 mm. (no load)
แรงในการกดสูงสุด	5 kg , 49.05 N
การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์	Printer Port
โปรแกรม	KCAM 4 / Windows / Linux
กระแสไฟป้อน	220 VAC
คำสั่งควบคุมการทำงาน	Standard G Code canonical EIA-274D G Code (DXF,HPGL Windows version)
ชุดหัวตัด	ใบมีดตัดเตอร์มัม30 องศา
การจัดยึดชิ้นงาน	กล่องสุญญากาศ,เครื่องดูดฝุ่น 1400 w

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การใช้งานเครื่องตัดแบบและหนังสามารถใช้อุตสาหกรรมเครื่องหนัง มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีการใช้งานของเครื่องตัดแบบและหนัง การแสดงรายละเอียดการทำงานของเครื่องตัดแบบและหนัง โดยผู้ใช้เครื่องตัดแบบและหนังสามารถเรียนรู้และใช้งานได้อย่างรวดเร็วและมีความเข้าใจการทำงานของเครื่องตัดแบบและหนัง รวมทั้งการผลการตัดแบบและหนัง

4.1 การติดตั้งและวิธีการใช้งานเครื่องตัดแบบและหนัง

4.2 การทดลอง

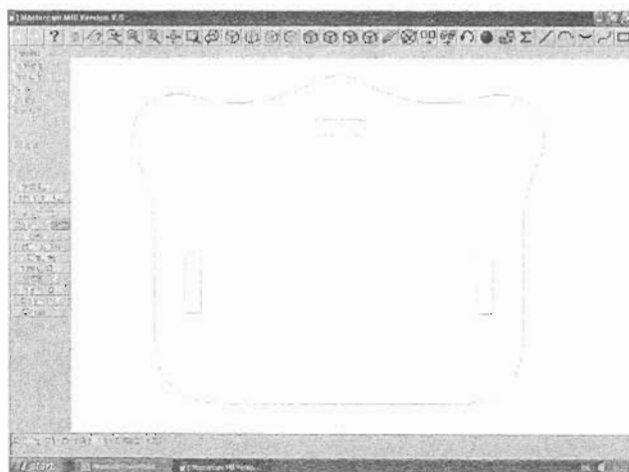
4.1 การติดตั้งและวิธีการใช้งานเครื่องตัดแบบและหนัง

ก่อนที่จะใช้เครื่องตัดแบบและหนังจะต้องทำการติดตั้งโปรแกรม Master cam และK cam 4 และควรจะต้องตรวจสอบความพร้อมของคอมพิวเตอร์ ดังนี้

- ✕ CPU ตั้งแต่ Pentium 166 MHZ หรือ AMD K6 ขึ้นไป
- ✕ Hard Disk ควรมีเนื้อที่ว่างอย่างน้อย 60 MB
- ✕ ต้องมีช่องต่อ Printer port

4.1.1 ส่วนของโปรแกรม

1. ทำการออกแบบชิ้นงานหรือ add มาเปิดใน Master CAM



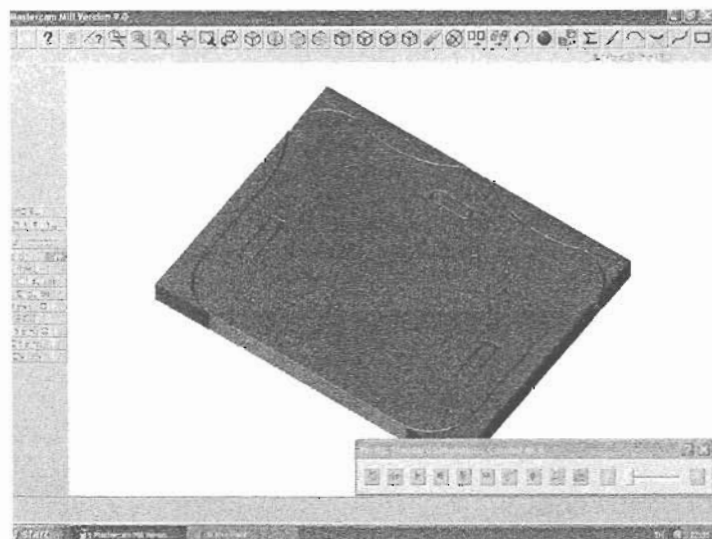
ภาพที่ 4-1 การออกแบบชิ้นงาน

2. เลือก tool paths contour เลือกครอบรูป แล้ว done
3. เลือกเครื่องมือตัด Parameter set ค่า ความลึก -20 ค่าอื่นเป็น 0 หมด
4. set post processor ทำการ save รหัส NC G code



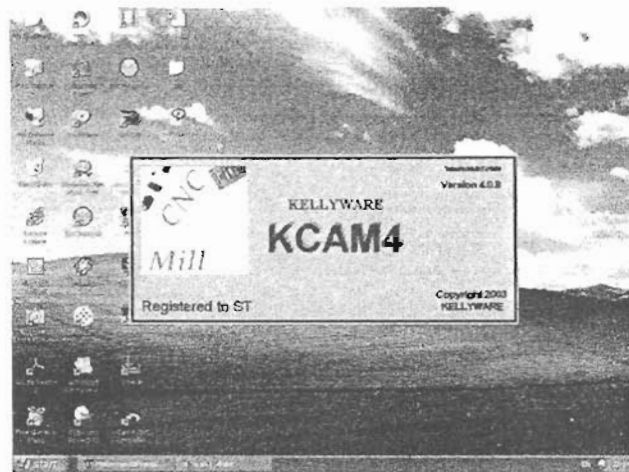
ภาพที่ 4-2 set post processor

5. เลือก verify ลองทำการตัดในโปรแกรม



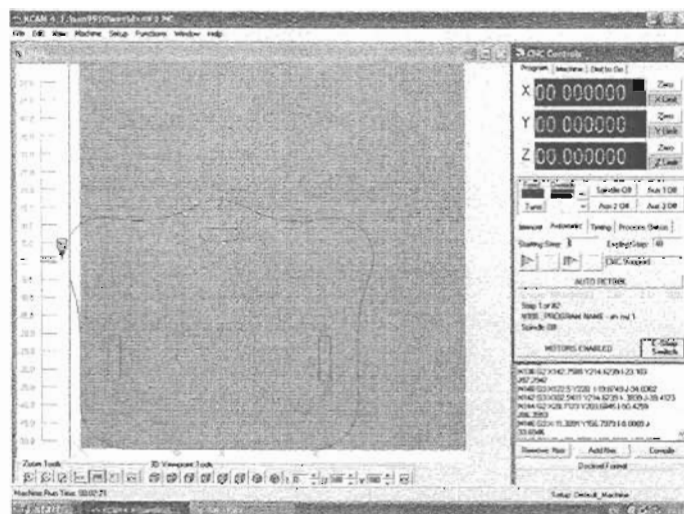
ภาพที่ 4-3 ลองทำการตัดในโปรแกรม

6. เปิดโปรแกรม K cam 4 แล้วเปิด File NC ที่ save ไว้



ภาพที่ 4-4 โปรแกรม K cam 4

7. เลือกที่ machine จอควบคุมจะเปิดขึ้นมา



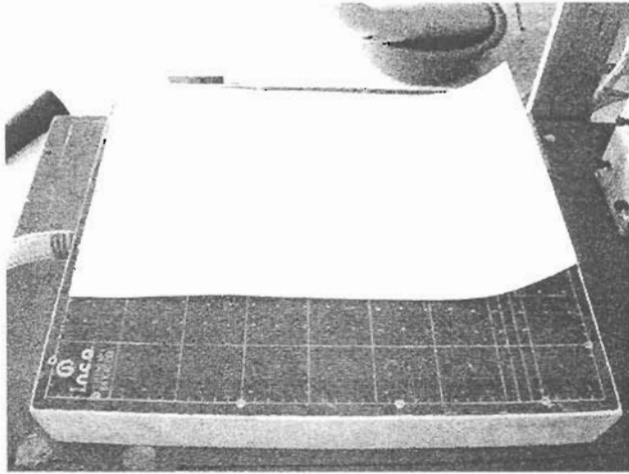
ภาพที่ 4-5 ลักษณะจอควบคุม

8. ทำการเลือก ระบบ auto set ค่า X Y Z = 0

9. กด play เริ่มการตัด (ต้องทำการ set ขึ้นงานบนโต๊ะก่อน)

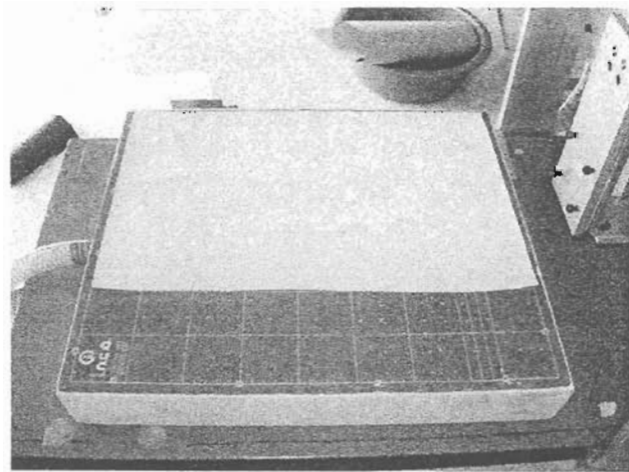
4.1.2 ส่วนของการตั้งชิ้นงาน

1. นำชิ้นงานขนาดไม่เกิน 300x400 มิลลิเมตร วางบนกล่องสุญญากาศ



ภาพที่ 4-6 นำชิ้นงานวางบนกล่องสุญญากาศ

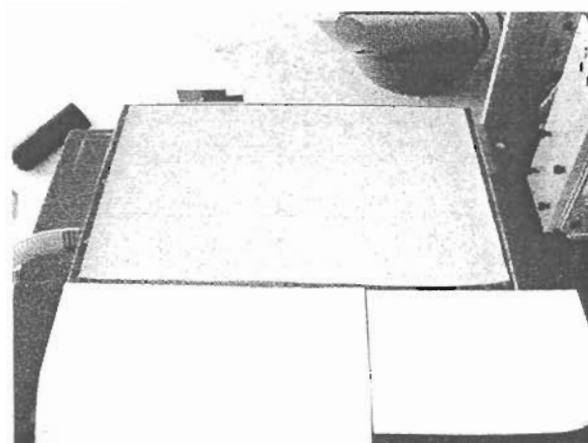
2. วางชิ้นงานชิดขอบ



ภาพที่ 4-7 วางชิ้นงานชิดขอบ

3. รีดชิ้นงานให้เรียบ
4. เปิดเครื่องดูดฝุ่น
5. ดูความเรียบร้อยของหน้างานได้ะ

หมายเหตุ การวางชิ้นงานจะต้องปิดรูปนกล่องสุญญากาศเกิน 80% หากไม่ถึงให้นำกระดาษมาปิดรูป



ภาพที่ 4-8 การวางชิ้นงานจะต้องปิดรูปนกล่องสุญญากาศเกิน 80%

4.1.3 ส่วนของหัวตัดหนัง

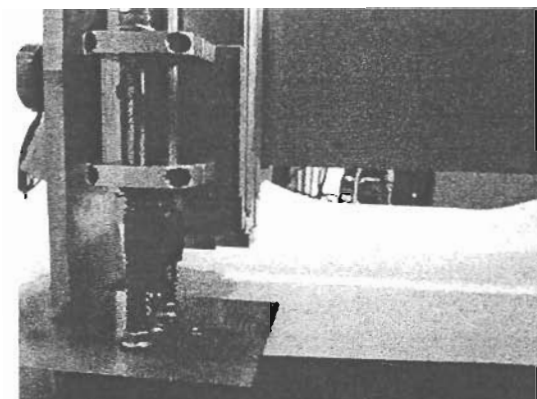
1. วัดขนาดความหนาของชิ้นงานที่จะตัด
2. ปรับแกน Z ลงมาตามความหนาของชิ้นงาน หนังประมาณ 6-7mm. กระดาษประมาณ 5-6 mm.

แผ่นเสริมกระเปาะประมาณ 6-7 mm.



ภาพที่ 4-9 ปรับแกน Z ลงมาตามความหนาของชิ้นงาน

3. เคลื่อนหัวตัดไปที่จุด จุดเริ่มต้น แบบอิสระ



ภาพที่ 4-10 เคลื่อนหัวตัดไปที่จุดเริ่มต้น

4. ทำการเปิด Switch เครื่องตัดแบบและหนัง

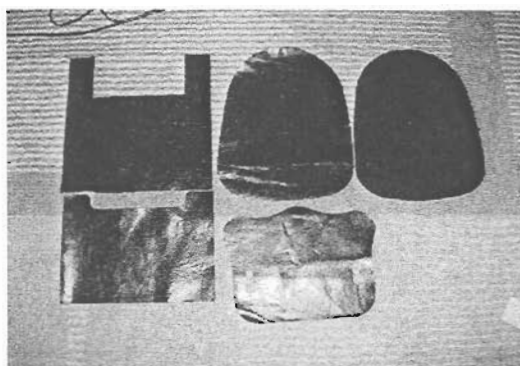
หลังจากปรับตั้งค่าทั้ง 3 ส่วนแล้วก็เริ่มทำการตัดได้เลย กด play

4.2 การทดลอง

เกณฑ์ที่ใช้การทดลองตัดชิ้นงานจะประกอบด้วย

1. ขนาด ทำการวัดขนาดของแบบกับชิ้นงานที่ตัด
2. ความเรียบของรอยคมตัด ดูความคมของรอยตัด

4.2.1 การทดลองที่ 1 ตัดหนังตามแบบกระเป๋าหนัง ประกอบด้วย 1. ชิ้นหน้า 2. ชิ้นหลัง 3. ชิ้นข้าง 2 ชิ้น และ 4. ฝากระเป๋า



ภาพที่ 4-11 แบบกระเป๋าหนัง

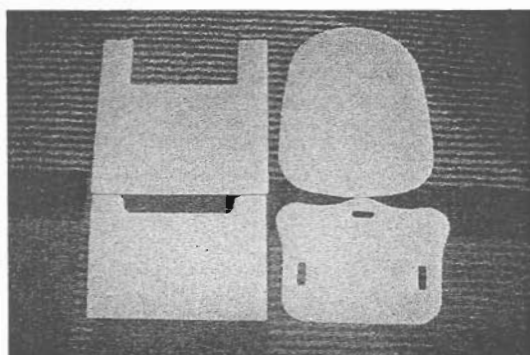
ตารางที่ 4-1 เกณฑ์ในการตัดหนัง

เกณฑ์การวัด	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4
ขนาด	ตรงตามขนาด	ตรงตามขนาด	ตรงตามขนาด	ตรงตามขนาด
ความเรียบของ รอยคมตัด	เรียบ	เส้นตรง เรียบ เส้นโค้ง ไม่เรียบ	เรียบ	เส้นตรง เรียบ เส้นโค้ง ไม่เรียบ

สรุปผลการทดลอง

1. เครื่องตัดแบบและหนังสามารถตัดหนังได้ตรงตามแบบที่กำหนด
2. รอยของคมตัดของเครื่องตัดแบบและหนัง ในส่วนของเส้นตรงมีความคมแต่ในส่วนโค้งนั้นไม่เรียบ เนื่องจากมีกาวที่กว้างควรจะปรับโดยการเพิ่มความเร็วในการตัด

4.2.2 การทดลองที่ 2 ตัดกระดาษแข็งหนา 1 มิลลิเมตรตามแบบกระเป๋าหนัง ประกอบด้วย 1. ชั้นหน้า 2. ชั้นหลัง 3. ชั้นข้าง 2 ชั้น และ 4. ฝากระเป๋า



ภาพที่ 4-12 แบบ

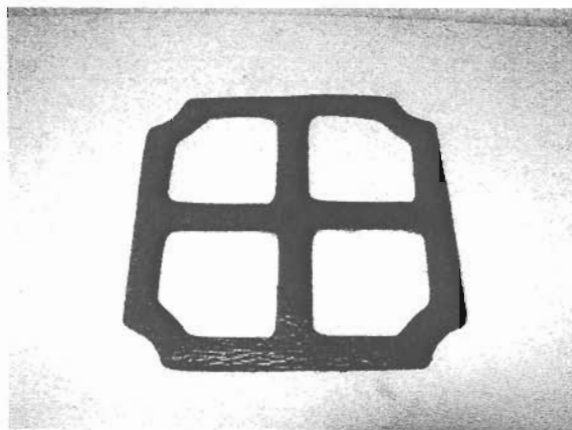
ตารางที่ 4-2 เกณฑ์ในการตัดกระดาษ

เกณฑ์การวัด	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	ชั้นที่ 4
ขนาด	ตรงตามขนาด	ตรงตามขนาด	ตรงตามขนาด	ตรงตามขนาด
ความเรียบของ รอยคมตัด	เรียบ	เส้นตรง เรียบ เส้นโค้ง ไม่เรียบ	เรียบ	เส้นตรง เรียบ เส้นโค้ง ไม่เรียบ

สรุปผลการทดลอง

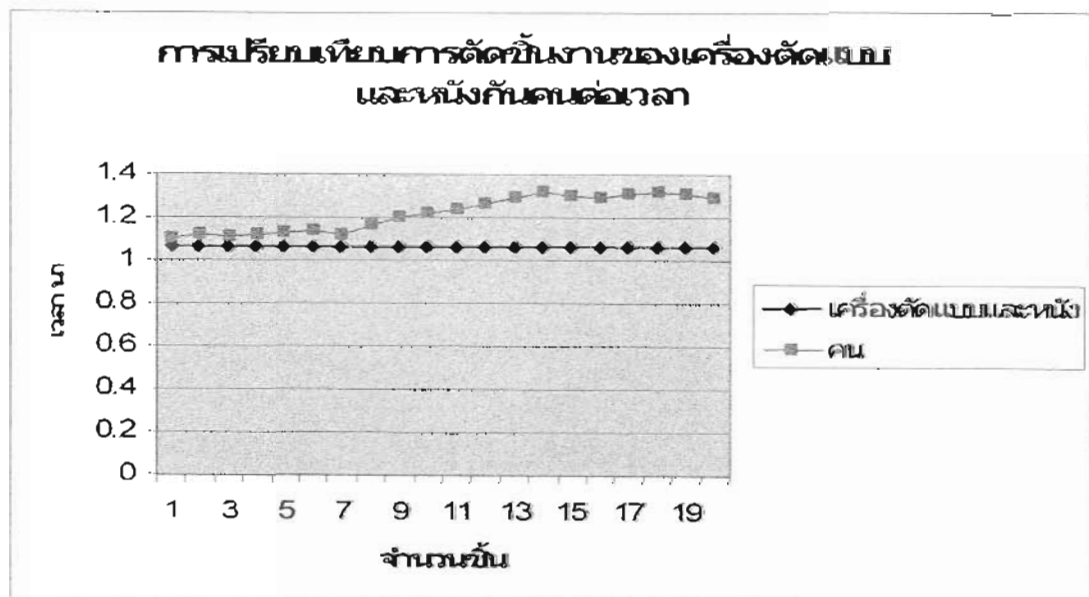
1. เครื่องตัดแบบและหนังสามารถตัดกระดาษได้ตรงตามแบบที่กำหนด
2. รอยของคมตัดของเครื่องตัดแบบและหนังในส่วนของเส้นตรงมีความคมแต่ในส่วนโค้งความโค้งไม่เรียบเนื่องจากเครื่องมือที่กว้างควรจะปรับโดยการเพิ่มความเร็วในการตัด

4.2.3 การทดลองที่ 3 ใช้เครื่องตัดแบบและหนังและคนตัดชิ้นงานตามแบบที่กำหนดแล้วทำการเทียบกับเวลา ทำการตัดชิ้นงานจำนวน 20 ชิ้นและจับเวลาเฉพาะเวลาตัดชิ้นงานเท่านั้น



ภาพที่ 4-13 แบบงานที่ทำการทดสอบ

ตารางที่ 4-3 การเปรียบเทียบการตัดชิ้นงานต่อเวลา



สรุปผลการทดลอง

1. เครื่องตัดแบบและหนังสามารถตัดชิ้นงานได้เวลาคงที่
2. เครื่องตัดแบบและตัดชิ้นงาน 20 ชิ้น ใช้เวลา 21.2 นาที คนใช้เวลา 24.35 นาทีเครื่องตัดแบบและหนังสามารถตัดชิ้นงานได้ไวกว่าคน 3.15 นาที ที่ 20 ชิ้นหรือประมาณ 15.75%

ตารางที่ 4-4 ความสามารถของเครื่องตัดแบบและหนัง

วัสดุ	ความหนา
หนังแท้	0.3 – 2.5 มิลลิเมตร
หนังเทียม	0.5 – 3 มิลลิเมตร
กระดาษ	0.3 – 3 มิลลิเมตร

ตารางที่ 4-5 การเปรียบเทียบเครื่องตัดแบบและหนึ่งกับเครื่อง FC 2240 Series

	เครื่องตัดแบบและหนึ่ง	FC 2240 Series
พื้นที่การทำงาน	300x400x50 mm	1200x920 mm.
ชุดรองเลื่อน	Dual linear guide way	สายพาน
ชุดขับเคลื่อน	Ball screw (Zero Backlash)	Plotter
โครงสร้าง	Aluminum , mild steel	Aluminum
ความเร็วในการเคลื่อนที่	0.5-50 IPM แนวเส้นตรง ,0.5 30 IPMเคลื่อนที่ 3 แกนพร้อมกัน	400 mm./s
ระบบมอเตอร์	Stepping Motor	Digital servo
ความละเอียด	0.0125 - 0.05 mm	0.0025 mm.
แรงในการกดสูงสุด	5 kg , 49.05 N	1 Kg , 9.81 N
การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์	Printer Port	RS232,USB 2.0
โปรแกรม	KCAM 4 / Windows / Linux	Romans CAD 3D
กระแสไฟฟ้า	220 VAC	220 VAC
คำสั่งควบคุมการทำงาน	Standard G Code canonical ELA-274D G Code	CAD(DXF)DATA
ชุดหัวตัด	Cutter blade มุม caster 30 องศา	Cutter blade super steel
การจัดยึดชิ้นงาน	กล่องสุญญากาศ , Blower Vacuum 1400 w	ไฟฟ้าสถิตย์
ชุดหัวตัดชิ้นงาน	ใบมีด	ใบมีด,ปากกา
จุดเริ่ม	อิสระ	อิสระ
ราคา	130,000	800,000

บทที่ 5

บทสรุป

การสร้างเครื่องตัดแบบและหนังเป็นเครื่องที่ยังไม่เคยมีการผลิตในประเทศไทยเหมาะกับโรงงานที่ มี การทำงานในลักษณะมีการเปลี่ยนแปลงแบบอยู่บ่อยๆ หรือตัดกระเป๋าดั้งแบบเพราะ เครื่องตัดแบบและหนังมี ความยืดหยุ่นในการตัดสูง

5.1 การสรุปผล

จากการศึกษาจัดทำเครื่องตัดแบบและหนัง ผลที่ได้รับคือสามารถตัดกระดาษหนา 0.3-3 มิลลิเมตร ตัด หนังที่มีความหนา 0.5-2.5 มิลลิเมตร ได้ตรงตามแบบ สามารถควบคุมการตัดให้เป็นไปตามเป้าหมายที่ วางแผนไว้ รอยของคมตัดยังมีความเรียบไม่มีขุย ช่วยให้กระบวนการผลิตของแผนกมีความแน่นอนลดเวลา และของเสีย ทั้งยังมีราคาถูกกว่าเครื่องที่นำเข้าประมาณ 5 เท่าและยังสามารถตัดกระดาษได้หนากว่าเครื่อง นำเข้า 1.7 มิลลิเมตร และตัดหนังได้หนากว่า 2.5 มิลลิเมตร เครื่องตัดแบบและหนังมีความแม่นยำ 0.01 มิลลิเมตร ทั้งยังมีความเร็วในการตัดมากกว่าคนประมาณ 15.75%

ระบบการทำงานของเครื่อง โดยส่วนตัวเครื่องอาศัยหลักการทำงานของ CNC ใช้บอลสกรู เป็นชุด ขับเคลื่อน สเต็ปมอเตอร์ เป็นตัวกำลัง คำสั่งควบคุมการทำงาน ใช้หลักการ Standard G Code จาก ระบบควบคุมโปรแกรม K CAM 4 ส่วนของชุดหัวตัดใช้ใบคัตเตอร์มุม 30 องศาอาศัยหลักการของมุม Caster การจับยึดชิ้นงานใช้ระบบสุญญากาศ

5.2 ปัญหาที่เกิด

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากเครื่องตัดแบบและหนังคือ ปัญหาอันเนื่องมาจากเวลาที่ตัดแบบที่มีมุนน้อยกว่า 90 องศา ชุดหัวตัดจะหมุนเสียวกกลับไม่ทันทำให้ชิ้นงานที่ออกมาไม่ได้มุนตามต้องการ แต่ใช้การแก้ไขแบบทำ fillet ลบมุมสัก 2 องศา

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เครื่องตัดแบบและหนังควรจะทำส่วนของการควบคุมหัวให้หมุนตามแกน X แกน Y โดยให้หัว ชุดตัดเป็นแกนที่ 4

5.3.2 ควรเพิ่มส่วนของการเจาะทำเครื่องหมายหนังและกระดาษโดยใช้แรงดันลมและตุ้กดึงตอกหนัง

เอกสารอ้างอิง

1. สุรเชษฐ์ ช้อนกลิ่น การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์การตัดเฉือนที่เหมาะสมสำหรับงานกัดราบแบบหลายชั้น .สาขาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต คณะวิศวกรรมผลิต : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2543.
2. TGI . CNC Milling Part 1 . Information sheet . Revision 1 . code : CN-CNC-01-01 P 39-115
3. Sherman Y. T. Lang , K. P. Rao and Lai To Ching , Mechatronic design of a leather spray system, *Mechatronics* Volume 9, Issue 7, Oct. 1999 , P 867-880.
4. Zhongxu Hu , Chris Marshall, Robert Bicker and Paul Taylor . Automatic surface roughing with 3D machine vision and cooperative robot control. *Robotics and Autonomous Systems*. Article in Press, Corrected Proof.
5. J. Chae and, S.S. Park . High frequency bandwidth measurements of micro cutting forces, *International . Journal of Machine Tools & Manufacture* 47 (2007) 1433-1441.
6. W. Song, J. Wang and C.C. Tan . "A cutting Force Model for Orthogonal Cutting with Tool Flank Wear." *PACIFIC CONFERENCE ON MANUFACTURING PROCEEDINGS*, September 6-8 . (2000) . Southfield - Detroit . Michigan , USA.
7. Bohler Hochdrucknik . High pressure pump utilized for water jet cutting technology . *World Pumps* . Volume 2001.Issue 423 . December 2001 , P 22-23.
8. Holger Glaab . "A new variant routing problem : Lower and upper bound European." *Journal of Operational Research* . Volume 139 Issue 3 . 16 june 2002 , P 557-577.
9. Ziyet Ondogan , Oktay Pamuk , Ece Nuket Ondogan and Arif Ozguney , Improving the appearance of all textile products from clothing to home textile using laser technology, *Optics & Laser Technology* Volume 37, Issue 8, November 2005 , Pages 631-637.
10. บรรเลง ศรีนิลและประเสริฐ ก้วยสมบูรณ์. ตารางโลหะ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2524.

11. วัชรชัย ภุมรินทร์ "เอกสารประกอบการสอนวิชา MACHINE DESIGN " . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร, 2545.
12. บรรเลง ศรีนิลและกิตติ นิงสานนท์ . การคำนวณและการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล . กรุงเทพมหานคร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2530.
13. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์และชาญ ฤนต์งาน . การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1 พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพมหานคร : บริษัทซีเอ็นยูเคชั่น จำกัด , 2534.

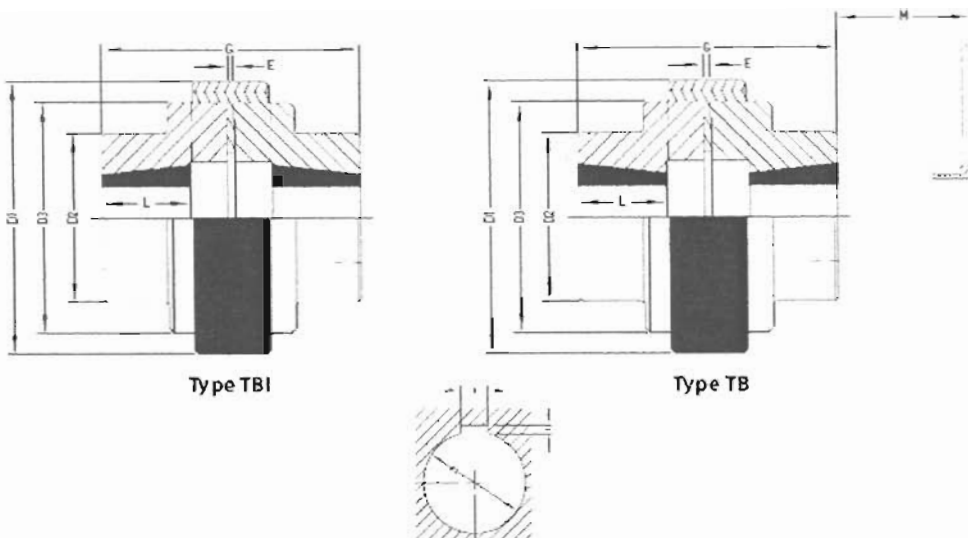
ภาคผนวก ก

ข้อมูลในการเลือกอุปกรณ์

ตารางที่ ก- 1 ตารางเลือก Coupling



SAMIFLEX



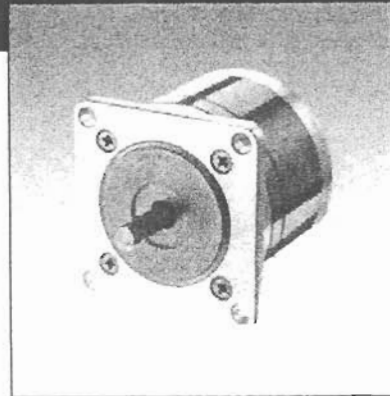
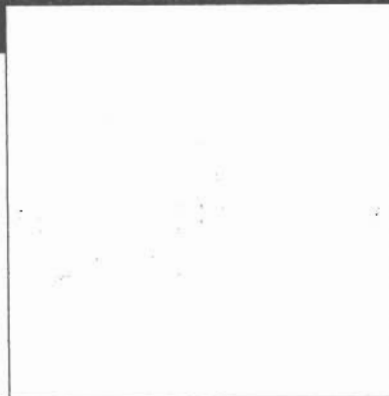
Samiflex Coupling Bored to Suit Taper Lock Bushings

Coupling Size	Taper Bush	Bore Range		Dimensions						
		min.	max.	L	G	E	D1	D2	D3	M
A1-TB/TBI	1108	9	28	27	77	15	83	65	65	29
A2-TB/TBI	1210	11	32	32	97	2.5	111	90	95	38
A3-TB/TBI	1610	14	42	32	107	2.5	144	85	116	38
A4-TB/TBI	2012	14	50	38	130	3.5	182	110	150	42
A45-TB/TBI	2517	16	60	50	158	3.5	202	125	170	50
A5B-TB/TBI	3020	25	75	56	173	3.5	225	160	190	55
A6-TB	3535	35	90	95	250	3.5	265	180	233	67
A7-TB	4545	55	110	120	318	4	306	205	267	70

Dimensions - Taper Bushes																																						
d	9	10	11	12	14	16	18	19	20	22	24	25	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110				
b	3	3	4	4	5	5	6	6	6	6	8	8	8	8	10	10	10	12	12	14	14	14	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	28				
t	1.4	1.4	1.8	1.8	2.3	2.3	2.8	2.8	2.8	2.8	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.8	3.8	3.8	4.3	4.4	4.4	4.9	4.9	5.4	5.4	5.4	5.4	6.4	6.4	6.4				
1108	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
1210			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
1610				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
2012				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
2517					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
3020						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
3535							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			
4545								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

i) Refer to bush manufacturers for recommended torque capacity of each bush.

ตารางที่ ก-2 ตารางเลือก Stepping Motor



SERIES

STH56D

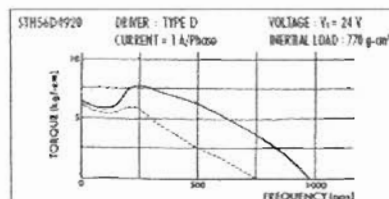
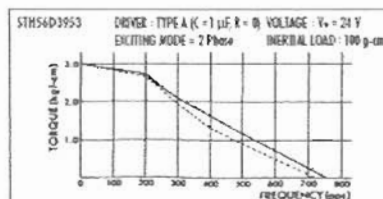
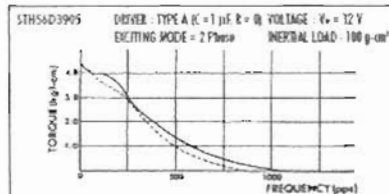
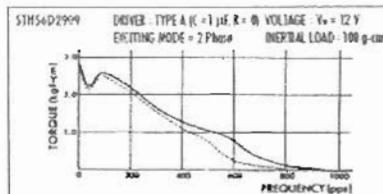
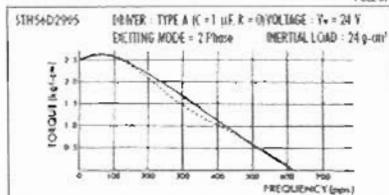
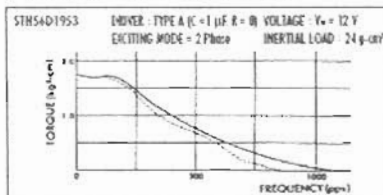
SPECIFICATION

MODEL	STEP ANGLE	VOLTAGE	CURRENT	RESISTANCE	INDUCTANCE	HOLDING TORQUE	MOTOR INERTIA	NUMBER OF LEADS	WEIGHT	DIMENSIONS
SINGLE SHAF	Deg.	V	A/Phase	Ω/Phase	mH/Phase	kg-cm	g-cm ²		kg	mm
STH56D10A	1.8	3.6	1.2	2.0	2.0	70	6	6	0.24	38.0
STH56D10B	1.8	12.0	0.3	60.0	41.0	2.0	70	6	0.24	38.0
STH56D10C	1.8	5.1	1.0	5.1	9.0	3.6	110	6	0.48	40.5
STH56D10D	1.8	12.0	0.4	30.0	41.0	3.2	110	6	0.48	40.5
STH56D14A	1.8	30.0	0.25	80.0	96.0	3.2	110	6	0.48	40.5
STH56D15A	1.8	6.0	1.3	3.1	5.2	3.3	110	6	0.48	40.5
STH56D15B	1.8	6.0	1.2	5.0	10.0	4.5	160	6	0.55	55.5
STH56D10H	1.8	12.0	0.4	20.0	40.0	5.0	160	6	0.55	55.5
STH56D15C	1.8	24.0	0.3	80.0	100.0	4.5	160	6	0.55	55.5

TYPICAL PERFORMANCE

REFER TO PAGE 38 FOR DRIVER

PULL OUT
PULL IN



STEPPING MOTORS

SKC

21

ตารางที่ ก-3 แสดงค่าขึ้นงานทดสอบ

BPRL02-009/2007

BANPAN RESEARCH LABORATORY CO., LTD.

611-40 Soi Watchan Nai (Rajuthit 2)

Charoenkrong Road, Bangkok, Bangkoklaem

Bangkok 10120 Thailand.

Tel. 0-2689-9500 # 2187 Fax : 0-2291-4744

SUPPLIER(MATERIAL) : Bangkok Athletic CO., LTD.

SHORT DESCRIPTION : Leather

MCS NO :

LAB IN : 15/02/2550

LAB OUT : 23/02/2550

COLOR :

LAB TECH : TSAREE

Name of Test		Result			Spec		
		Min	Max	Avg	MIN	MAX	
Gauge	(mm)	1.52		1.52			ASTMD-1777
Weight	(g / m ²)	1000		1,000			ASTMD-3776
Count	Length (2.54 cm)			0			ASTMD-3775
	Width			0			
Tensile	Length (kg / 2.54 cm)	38		38			ASTMD-1682
	Width	29		29			
Elongation	Length (%)	93		93			ASTMD-1682
	Width	77		77			
Tongue Tear	Length (kg)	12.0		12			ASTMD-2262
	Width	9.4		9			
Mullen Burst	(kg / cm ²)	38		38			ASTMD-3786
Abrasion Stoll	Face # 1 lb	(cycleless)		0.00			NIKE 12
	Back#	(cycleless)		0.00			
Flex Bally	(cycleless)			0.00			NIKE 11

REMARKS :



รายงานนี้ : - รับรองเฉพาะวัตถุตัวอย่างที่ได้ทราบ วัตถุประสงค์ทดสอบเท่านั้น
- ไม่รับรองวัตถุหรือสินค้าที่เข้ารายงานนี้มาจากโรงงานหรือผู้ส่ง

(ฤทธิ์ โสธร)

ตารางที่ ก-4 แสดงค่าขึ้นงานทดสอบ

BPRL02-009/2007

BANSPAN RESEARCH LABORATORY CO., LTD.
 611/40 Soi Watchan Sai (Rajuthit 2)
 Charoenkrung Road, Bangkok, Bangkoklaem
 Bangkok 10120 Thailand
 Tel. 0-2689-9500 & 2187 Fax : 0-2291-4743

SUPPLIER(MATERIAL) : Bangkok Athletic CO.,LTD.
SHORT DESCRIPTION : Leather
M/CN NO
LABIN : 1502/2550
LABOUT : 2302/2550
COLOR :
LAB TECH : HINARIE

Name of Test		Result		Spec.			
		Min	Max	Avg.	MIN	MAX	
Gauge	mm	1.25		1.25			ASTM D-1777
Weight	g/cm ²	847		847			ASTM D-3776
Count	Length (2.54 cm)			0			ASTM D-3775
	Width			0			
Tensile	Length (kg/2.54 cm)	41		41			ASTM D-1682
	Width	38		38			
Elongation	Length (%)	88		88			ASTM D-1682
	Width	100		100			
Tongue Tear	Length (kg)	5.1		5			ASTM D-2262
	Width	7.0		7			
Mullen Burst	(kg/cm ²)	27		27			ASTM D-3786
Abrasion Soil	Face # 1 lb	(cycleless)		0.00			NIKE 12
	Back #	(cycleless)		0.00			
Flex Bally	(cycleless)	100000		100,000+			NIKE 11

REMARKS

รายงานนี้ - รับรองเอกสารโดยผู้ลงนามในได้ทราบ และวิเคราะห์ ผลทดสอบแล้ว
 - ไม่รับรองว่าข้อมูลเกี่ยวกับค่าที่ใช้รายงานนี้ในการโฆษณาหรืออ้างถึง

(สหพัธ์ โสธร)

ตารางที่ ก-5 แสดงค่าชั่งน้ำหนักทดสอบ

BPRL07-006

บริษัท บริษัทกรุงเทพ จำกัด และบริษัท จำกัด

611-30 ซ. ใต้สะพานโพธิ์ (ทางรถไฟ) 230/1 กรุงเทพฯ

หมายเลขโทรศัพท์ : 02-2541200 โทรสาร : 02-2541200

โทร : 02-689-9500 # 2187, 2107, 2108

แฟกซ์ : 02-291-4744

SUPPLIER(MATERIAL) : บริษัท Bangkok Athletic CO.,LTD.

SHORT DESCRIPTION : LEATHER

MCX NO :

LAB IN : 26/12/2548

LAB OUT : 26/12/2548

COLOR :

LAB TECH : TPABALE

Name of Test		Result	Min	Max	Avg	Spec		
						MIN	MAX	
Gauge	(mm)				0			ASTMD-
Weight	(g/m ²)				0			ASTMD-
Count	Length (2.54 cm)				0			ASTMD-
	Width				0			
Tensile	Length (kg/2.54 cm)				0			ASTMD-
	Width				0			
Elongation	Length (%)				0			ASTMD-
	Width				0			
Tongue Tear	Length (kg)				0			ASTMD-
	Width				0			
Mullen Burst	(kg/cm ²)				0			ASTMD-
Abrasion Soil	Face = 1 lb (cycles)	4,500			4,500			ASTMD-
	Back = 1 lb				0			
Flex Bally	(cycles)				0			ASTMD-
Ply Adhesion	A Dry (kg/cm)				0			ASTMD-
	B Dry				0			
	A Wet				0			
	B Wet				0			
Crocking	Dry (fr. class)							ASTMD-
	Wet							
UV Colorfast								ASTMD-
Colorfastness	Wool							NIKE 4
	Orlon							
	Polyester							
	Nylon							
	Cotton							
Color Perspiration	Wool							NIKE 53
	Orlon							
	Polyester							
	Nylon							
Solvent Wicking	Polyester							ASTMD-
	Nylon							
	Leather							
	Syn Leather							
PU Hydrolysis	(24 hrs)							ASTMD-

REMARK :



(สหพันธ์ โสภณ)

ตารางที่ ก-6 แสดงค่าขึ้นงานทดสอบ

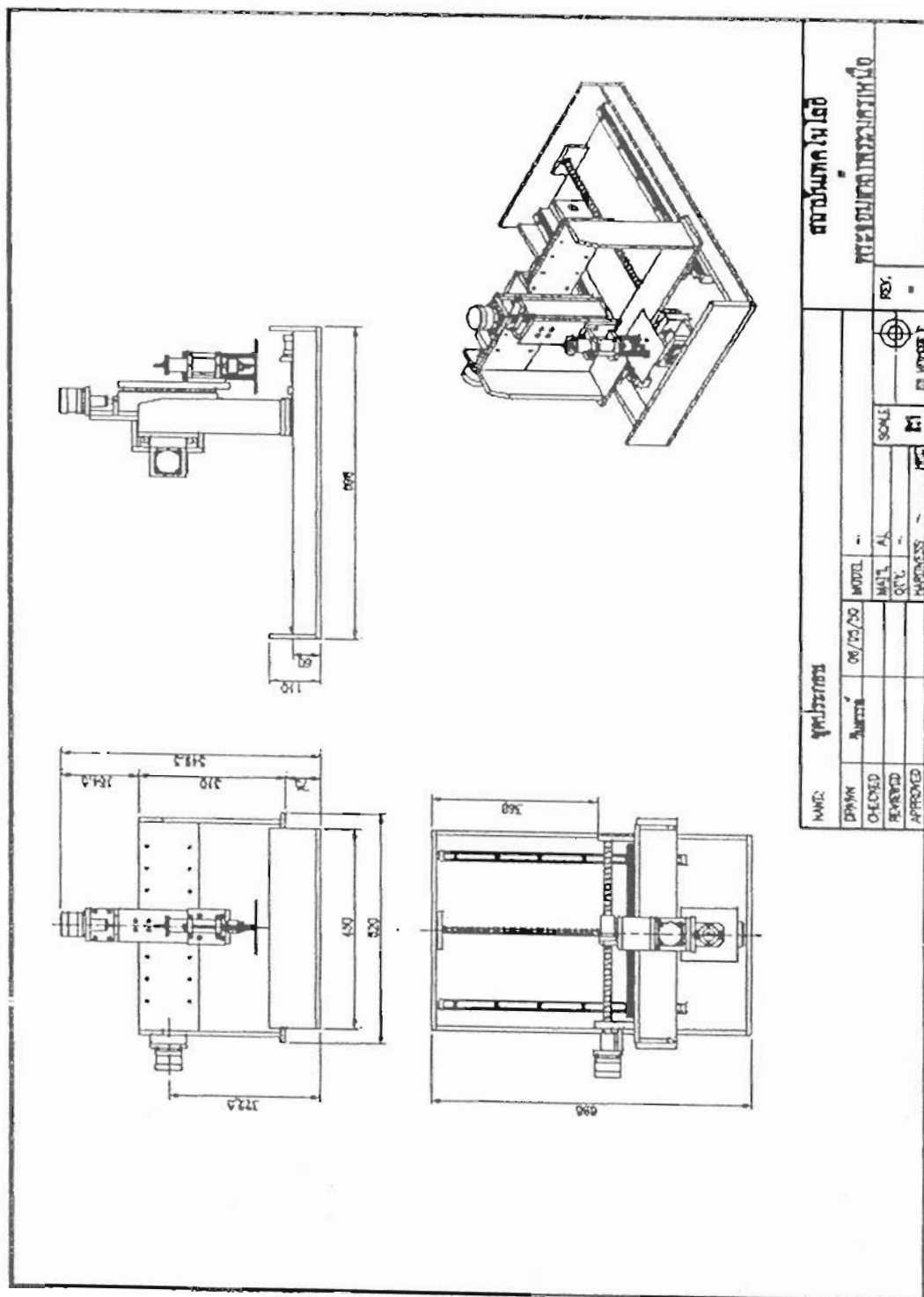
BANGKOK RUBBER SAHARATTANA CO.,LTD				
MATERIAL SPECIFICATION FORM				
DESCRIPTION :SOFT FULL GRAIN LEATHER 1.2-1.4 MM 54 "			MSF. NO.	SPEC S 0010
COMPONENT : UPPER			DATE : APRIL 05, 2007	
SUPPLIER : Reference Spec Sheet Material Code No.				
TEST	UNIT	SPECIFICATION		
		MIN	MAX	
GAUGE	MM.	1.20	1.40	
WEIGHT	G / M ²	800	1100	
TENSILE STR.	LENGTH :	KG / CM ²	10.0	-
	WIDTH :		8.0	-
ELONGATION	LENGTH :	%	30	60
	WIDTH :		35	65
TROUSER TEAR	LENGTH :	KG / CM ²	3.5	-
	WIDTH :		3.0	-
TABER ABRASION	CYCLES	50	100	
BALLY FLEX	DRY :	CYCLES	120,000	-
	WET :		120,000	-
MULLEN BURST	KG / CM ²	20	40	
SCOTHTAPE TEST		PASS	-	



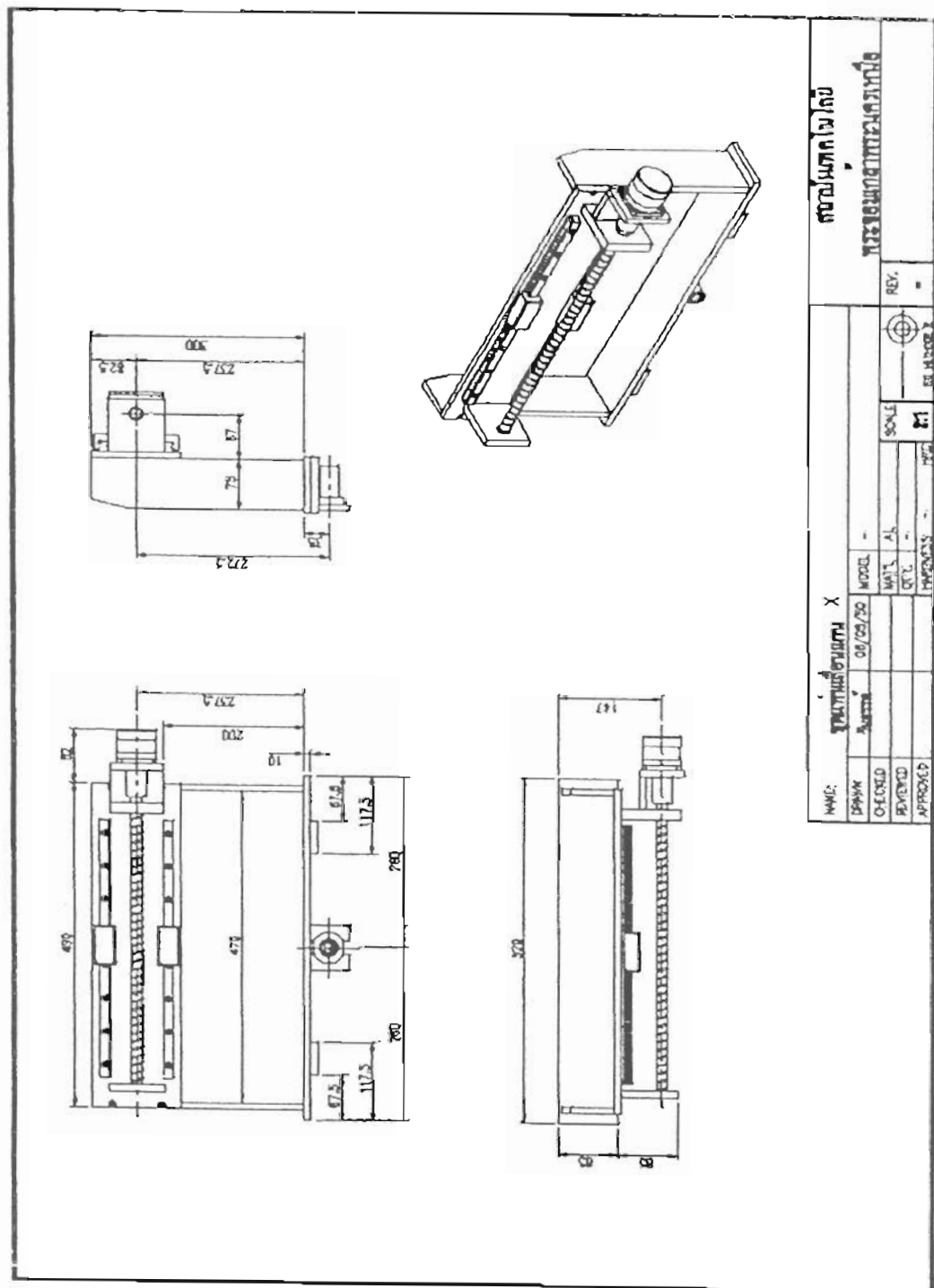
Approved by Development Manager:

ภาคผนวก ข

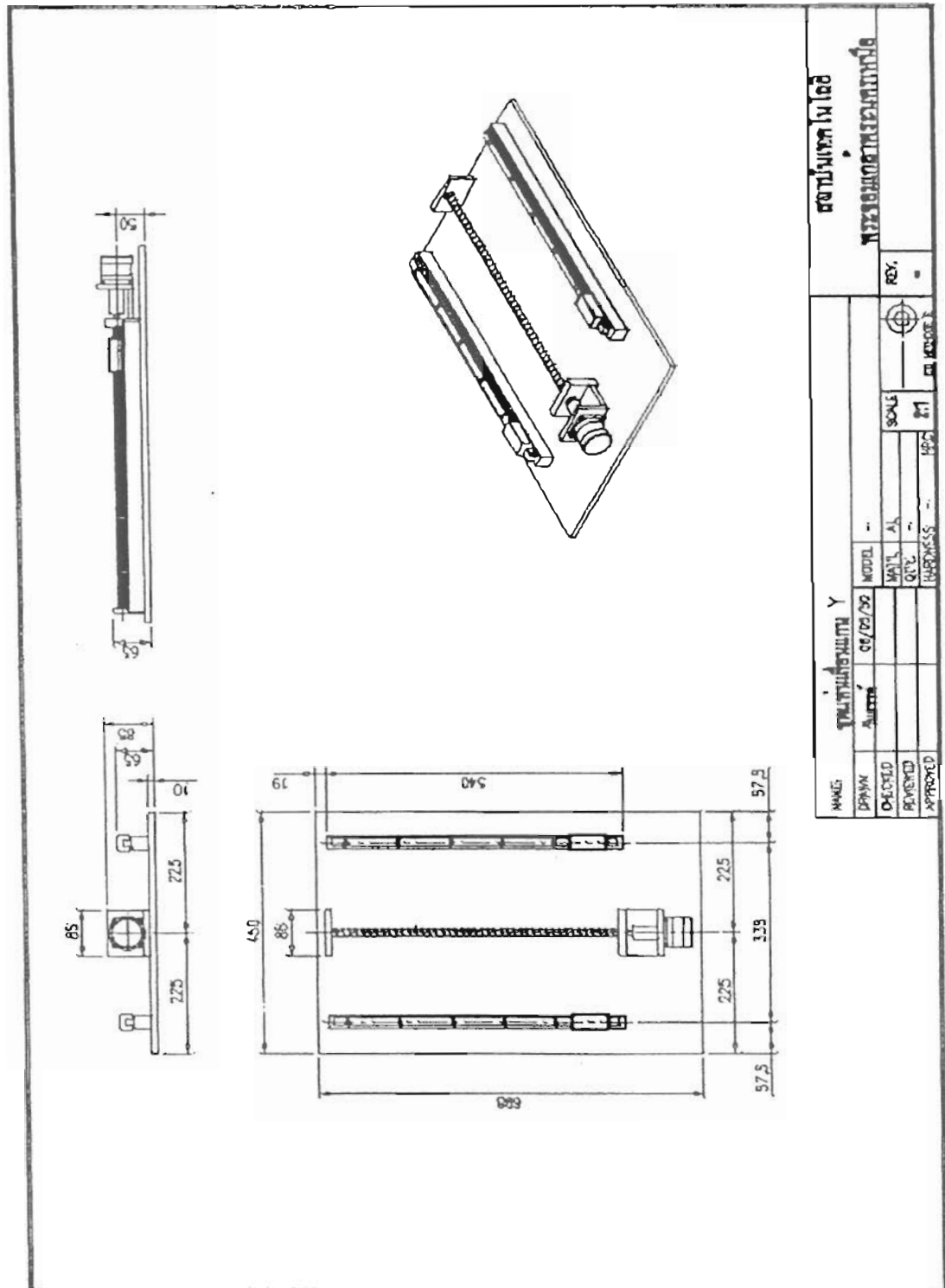
แบบเครื่องตัดแบบและหนัง



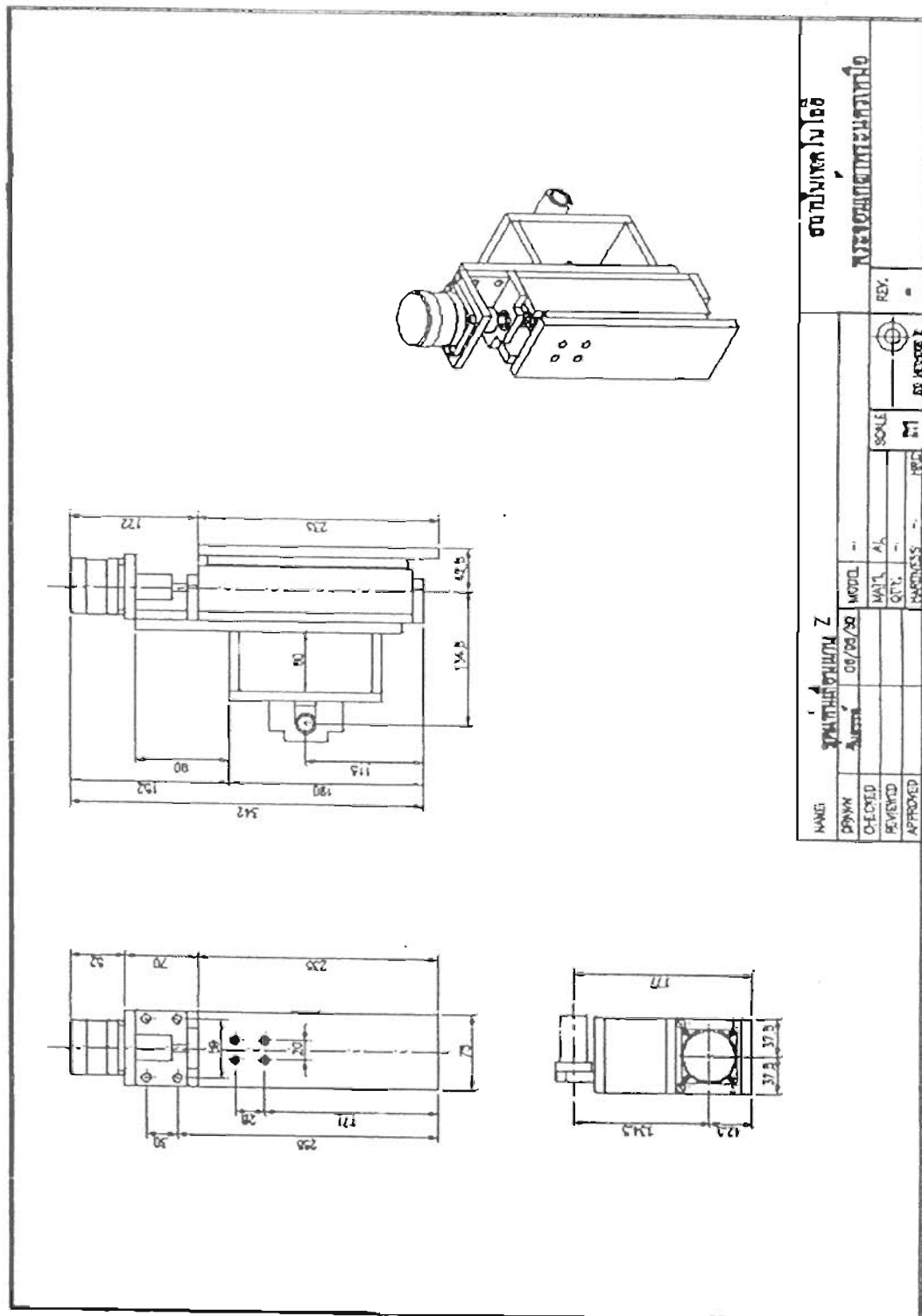
ภาพที่ ข-1 ภาพประกอบเครื่องตัดแบบและหนัง



ภาพที่ ข-3 ภาพชุดแท่นเลื่อนแกน X



ภาพที่ ข-4 ภาพชุดแท่นเลื่อนแกน Y



ภาพที่ ข-5 ภาพชุดแท่นเลื่อนแกน Z

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวันสรรค์ จุลโพธิ์
 วิทยานิพนธ์เรื่อง : การออกแบบและพัฒนาเครื่องตัดแบบและหนัง
 สาขาวิชา : วิศวกรรมการผลิต

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ จากโรงเรียนช่างกล
 สยาม เข้ารับการศึกษต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาช่างเครื่องทำความเย็นและปรับอากาศ
 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยี
 การผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สถานที่ติดต่อ บ้านเลขที่ 55/6 หมู่ 10 ถนน นครลุง แขวงบางไผ่ เขตบางแค กรุงเทพมหานคร