

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2538

เสนอคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



การสร้างเครื่องตัดโลหะต้นแบบอัตโนมัติ 2 มิติ ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

Two Dimensions Automatic Prime Cutting Machine Creation
Interface with Microcomputer

RCH

TJ

1186

๑5๘2๕..

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....32252

วัน, เดือน, ปี 1 1 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานผลการวิจัยประจำปีงบประมาณ 2538

เสนอคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

เรื่อง

การสร้างเครื่องตัดโลหะต้นแบบอัตโนมัติ 2 มิติ ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

Two Dimensions Automatic Prime Cutting Machine Creation
Interface with Microcomputer

นาย วิทยา ทิพย์สุวรรณพร หัวหน้าโครงการ
ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โครงการวิจัยเรื่องนี้ได้นำเสนอต่อที่ประชุมของการประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี 2537 จัดโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ เมื่อวันที่ 5-8 ตุลาคม 2537 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยใช้ชื่อบทความว่า เครื่องตัดโลหะแบบอัตโนมัติ 2 มิติ ที่ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ หน้า EE137-150 ในเล่มที่ 2 ดังเอกสารที่แนบท้ายมานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**The 1994 Engineering Technology Conference
and Exhibition**



**การประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม
ประจำปี 2537**

กรุงเทพมหานคร

5-8 ตุลาคม 2537

Bangkok

October 5-8, 1994

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตัดโลหะแบบอัตโนมัติ 2 มิติ ที่ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

Two Dimensions Automatic Cutting Machine Controlled by Microcomputer

วิทยา ทิพย์สุวรรณพร

ผู้ช่วยศาสตราจารย์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร

VITTAYA TIPSUWANPORN

Assistant Professor

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute Technology Ladkrabang

Bangkok, Thailand

วุฒิชัย กาญจนานา

นักศึกษาระดับปริญญาโท

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร

WUTTHICHAI KANCHANA

Graduated Student

Faculty of Engineering

King Mongkut's Institute Technology Ladkrabang

Bangkok, Thailand

นิพนธ์ ศิริรัตน์

วิศวกร

บริษัท ไทยยูนิค จำกัด

กรุงเทพมหานคร

NIPHON SIRIRAT

Engineer

Thai Unique Co., Ltd.

Bangkok, Thailand

บทคัดย่อ

บทความนี้ขอเสนอการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในงานตัดโลหะ สามารถกำหนดรูปทรงและขนาดผ่านทางจอภาพคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลเป็นความเร็ว เส้นทางเคลื่อนที่ ผ่านระบบเชื่อมต่อกับภายนอกกับมอเตอร์แบบสเต็ปปิงสองตัว เพื่อขับเคลื่อนหัวตัดประเภท Air Plasma ให้เป็นไปตามลักษณะที่กำหนดทางจอภาพ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงการเคลื่อนที่ของหัวตัดที่กำลังตัดชิ้นงานจริง กำหนดอัตราส่วนย่อยหรือขยายจากรูปทรงที่กำหนดบนจอภาพ และความเร็วในการเคลื่อนที่ของชิ้นงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำสูง เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมที่ต้องมีการตัดชิ้นงานในลักษณะเดียวกันจำนวนมาก ๆ หรือมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างของชิ้นงานบ่อยครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This paper presents a microcomputer control system for operating a cutting machine. It defines the workpiece's size and shape on the monitor, and the information is processed by the computer at the speed of the cutting tip. The microcomputer is interfaced with two stepper motors to drive the Air Plasma type cutting tip, and the movements of the cutting tip are followed on the monitor. The significance of this design is to

- I show the real cutting tip movement;
- II define, and increase or decrease the ratio of the microcomputer model to the workpiece from the model on the screen;
- III allow accurate, high speed cutting tip movement.

Therefore, this design is very suitable for applications where a large number of pieces are to be cut, or where size and shape specifications change often.

ปัจจุบันนี้ในงานโครงสร้างขนาดใหญ่และขนาดเล็ก เช่นเรือเดินสมุทร ไซโลเก็บของ โครงสร้างตึก เป็นต้น จะนำโลหะแผ่นหนามาตัดเป็นรูปร่าง เพื่อเชื่อมกับเหล็กเส้นขนาดใหญ่ให้ได้โครงสร้างที่แข็งแรง และยังนำมาประกอบการเชื่อมเข้ามม แผ่นเหล็กทรงต่าง ๆ จะเห็นได้ว่างานลักษณะนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องกลึง หรือเครื่องไส เครื่องกัด เพียงใช้เครื่องมือพื้นฐานอย่างเช่นเครื่องมือตัดด้วยความร้อน ด้วยแก๊สชนิดต่าง ๆ หรือไฟฟ้า แต่การตัดโลหะด้วยเครื่องมือประเภทนี้ จะเกิดมลภาวะที่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน การนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมเครื่องจักร" เอกสารอ้างอิง[1],[2]"จะเป็นการป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้น และยังทำให้การใช้งานของเครื่องจักรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นการวิจัยนี้จึงเสนอการออกแบบและการสร้างเครื่องจักรชนิดหนึ่งคือ เครื่องตัดโลหะ ซึ่งควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยออกแบบลักษณะชิ้นงานที่ต้องการบนไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลชิ้นงาน ที่ได้ออกแบบไว้ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อกำหนดการเคลื่อนที่ของหัวตัดตามชิ้นงานที่ออกแบบไว้

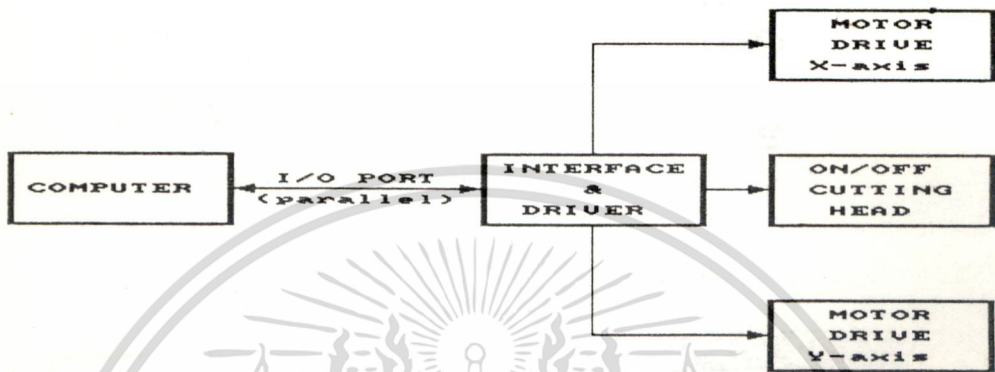
หลักการทํางาน

ส่วนประกอบหลักของระบบที่ได้ออกแบบขึ้นมาสามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนเครื่องกล ส่วนเชื่อมต่อกับชุดขับ และ ไมโครคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 1

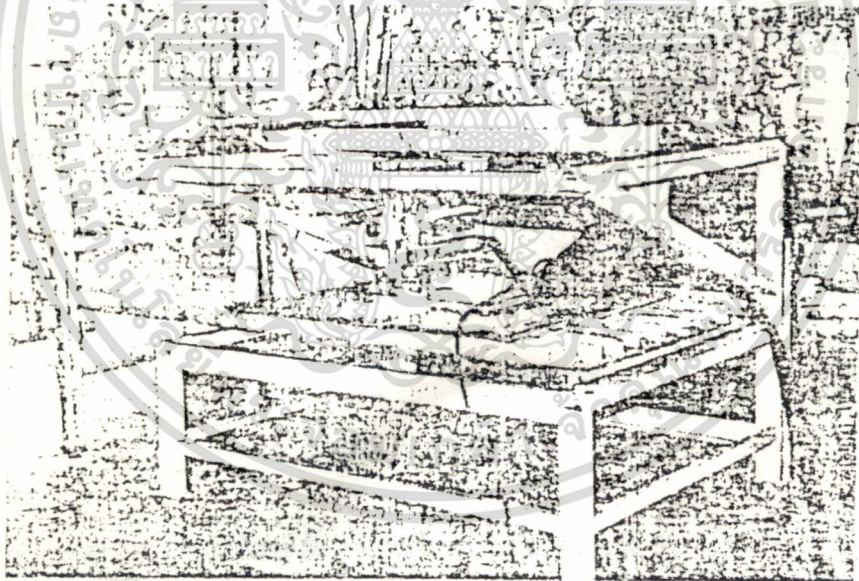
ส่วนเครื่องกล

ส่วนนี้จะประกอบด้วย

1. โครงสร้างที่ประกอบมาจากเหล็กฉาก มีขนาด กว้าง 1 เมตร ยาว 1 เมตร สูง 1 เมตร
2. ตัวจับหัวตัดและหัวตัดประเภท Air Plasma ความร้อนประมาณ 8000 - 10000 °K โดยให้หัวตัดเคลื่อนที่ได้ 2 แกน ด้วยความเร็วประมาณ 300 มิลลิเมตรต่อวินาที
3. Ball Screw 1 เส้น ความยาว 1000 มิลลิเมตร มีระยะระหว่างเกลียวเท่ากับ 4 มิลลิเมตร
4. มอเตอร์แบบสแต็ปปิงสองตัวขนาด 5V. 1A. 1.8 องศาต่อสแต็ป ความเร็ว 100 รอบต่อวินาที
5. ระบบนำร่องการเคลื่อนที่จะใช้เพลากลมขนาด 12 มิลลิเมตร กับปลอกทองเหลือง 2 ชุด สำหรับการเคลื่อนที่แกนแรก ส่วนอีกแกนจะใช้สายเลื่อนแบบลูกกลิ้ง



ผังรูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของระบบทั้งหมด



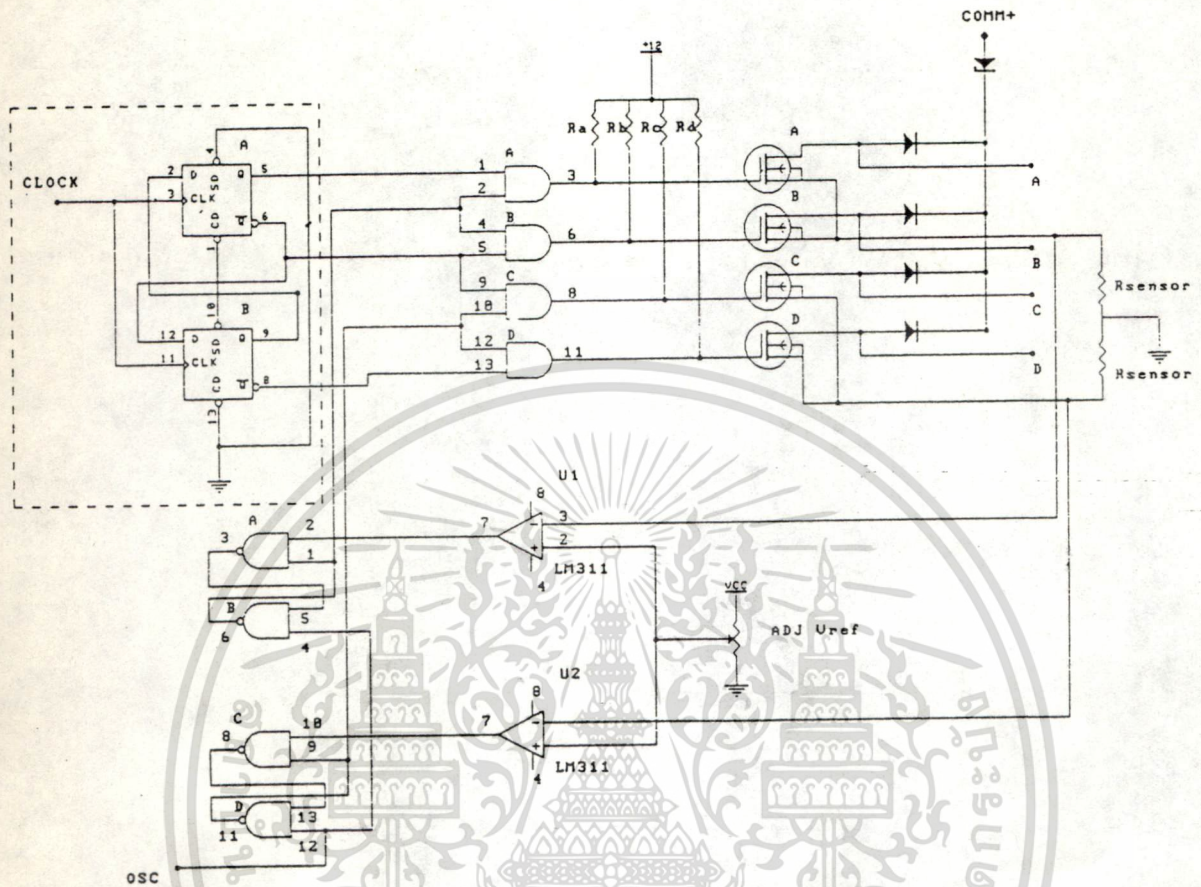
ผังรูปที่ 2 แสดงส่วนเครื่องกล

ส่วน เชื่อมต่อและชุดขับ

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ขับมอเตอร์ ขั้วรีเลย์ และรับค่าตำแหน่งของมอเตอร์ สำหรับส่วนนี้จะประกอบด้วย 4 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EE-139
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความถี่ของไอซี 555 เพียงตัวเดียว ในตอนนี้ค่าแรงดัน ก็จะเป็นค่าเฉลี่ยโดยขึ้นอยู่กับความถี่ จึงทำให้แรงดันตกคร่อม Rsensor ลดลง และเมื่อใดแรงดันที่ Rsensor ต่ำกว่าแรงดัน Vref ทำให้จ่ายชุดขับเคลื่อนเริ่มทำงานเหมือนในตอนแรกอีก และจะเป็นเช่นนี้ตลอดไป สามารถเพิ่มแรงบิด และความเร็ว ของสเตปมิ่งมอเตอร์ได้สูงกว่าการขับแบบเดิม" เอกสารอ้างอิง[3]"อย่างน้อย 2 เท่า(0.9 องศาต่อสเตป)



รูปที่ 5. แสดงวงจรขับสเตปมิ่งมอเตอร์

2. ส่วนเอาต์พุต ส่วนนี้จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Home จากชุดขับผ่านไอซีเบอร์ 74LS244 ไปให้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณสำหรับบอก โปรแกรมควบคุมให้ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่ง เมื่อเริ่มต้นการทำงานของเครื่องตัดนี้ เครื่องจะต้องทำการเคลื่อนหัวตัดมาที่ตำแหน่งอ้างอิง เพื่อใช้เป็นระยะอ้างอิงในการตัด จุดนี้ถือว่าเป็นจุด Home ซึ่งจะมี 2 แกน คือแกน X และแกน Z โดยใช้สวิทช์ 2 ตัว ติดอยู่ที่จุดอ้างอิง สำหรับตรวจสอบด้วยว่าถึงจุดอ้างอิงแล้วหรือยัง และเมื่อถึงจุดอ้างอิงแล้วก็จะรอรับคำสั่งที่จะทำงานต่อไป

3. ส่วนแสดงผล ส่วนนี้จะทำหน้าที่บอกสถานะต่าง ๆ ของชุดขับด้วย LED ที่จะแสดง Power, Motor1, Motor2, Home X, Home Z, On/Off Relay โดยสัญญาณทั้งหมดนี้จะนำมาผ่านทรานซิสเตอร์ Array เบอร์ TIL 2008

4. ชุดขับรีเลย์ สำหรับชุดขับรีเลย์ใช้ทรานซิสเตอร์ Array 1 ชุด เพื่อขับรีเลย์ ขนาด 12 V. ที่ใช้ในการเปิดปิดตัวขับเคลื่อนที่หัวตัด

สำหรับพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับชุดขับนี้จะใช้ 2 พอร์ต คืออินพุตพอร์ท และเอาต์พุตพอร์ท โดยอินพุตพอร์ทใช้สำหรับรับสัญญาณ Home X และ Home Z จากชุดขับ ซึ่งใช้เพียง 2 บิต ที่เหลืออีก 6 บิต สำรองไว้ ส่วนเอาต์พุตพอร์ทจะใช้ส่งสัญญาณควบคุมมอเตอร์ มีสัญญาณต่าง ๆ ดังนี้

ตำราเก็บหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คือ Enable, Direction, Pulse ทั้งสัญญาณควบคุมการเปิดปิดของหัวตัด รวมทั้งสิ้นจะใช้ 7 บิต สำหรับไว้ 1 บิต

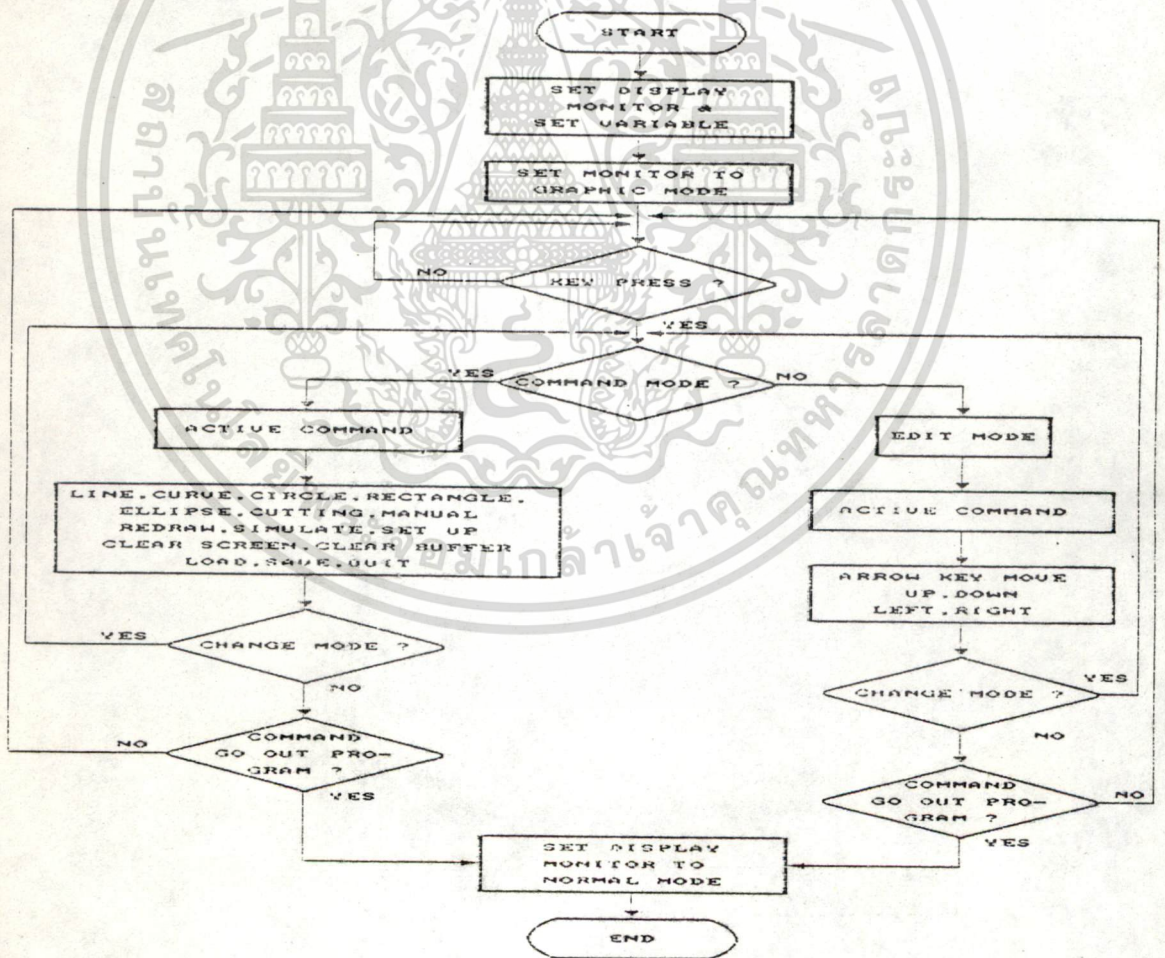
ไมโครคอมพิวเตอร์

ส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการออกแบบชิ้นงานที่จะตัด และประมวลผลชิ้นงานที่จะตัด แล้วส่งสัญญาณต่าง ๆ ให้ส่วนเชื่อมต่อ ซึ่งส่วนประกอบด้วย 2 ส่วน โดยมีเป้าหมายดังนี้

- เป็น Editor สำหรับออกแบบชิ้นงาน ได้แก่ เส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม เป็นต้น
- สามารถเก็บรูปภาพที่ออกแบบไว้ เพื่อที่จะนำมาแก้ไขในภายหลังได้
- นำรูปภาพที่ออกแบบไว้มาประมวลผล เพื่อทำการส่งสัญญาณไปควบคุมการเคลื่อนที่ และการตัดของหัวตัด ให้เป็นไปตามการออกแบบของชิ้นงาน
- สามารถทำงานได้บนไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ได้ทุกรุ่นโดยไม่ต้องดัดแปลงส่วนใด ๆ ทั้งสิ้น
- อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องตัดจะต้องเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ทางภายนอก โดยผ่านการ์ด Multi I/O มาตรฐานที่มีการใช้งานทั่วไปในท้องตลาด

1. การออกแบบชิ้นงานที่จะตัด

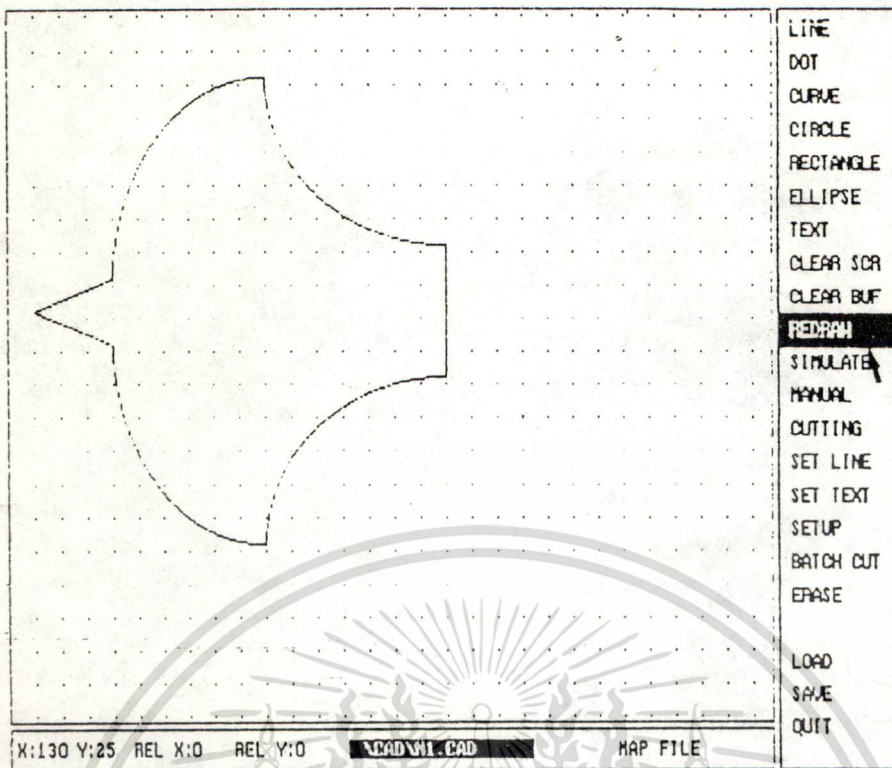
ส่วนนี้เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องการติดต่อสื่อสารกับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยแสดงผลแบบ Graphic Mode



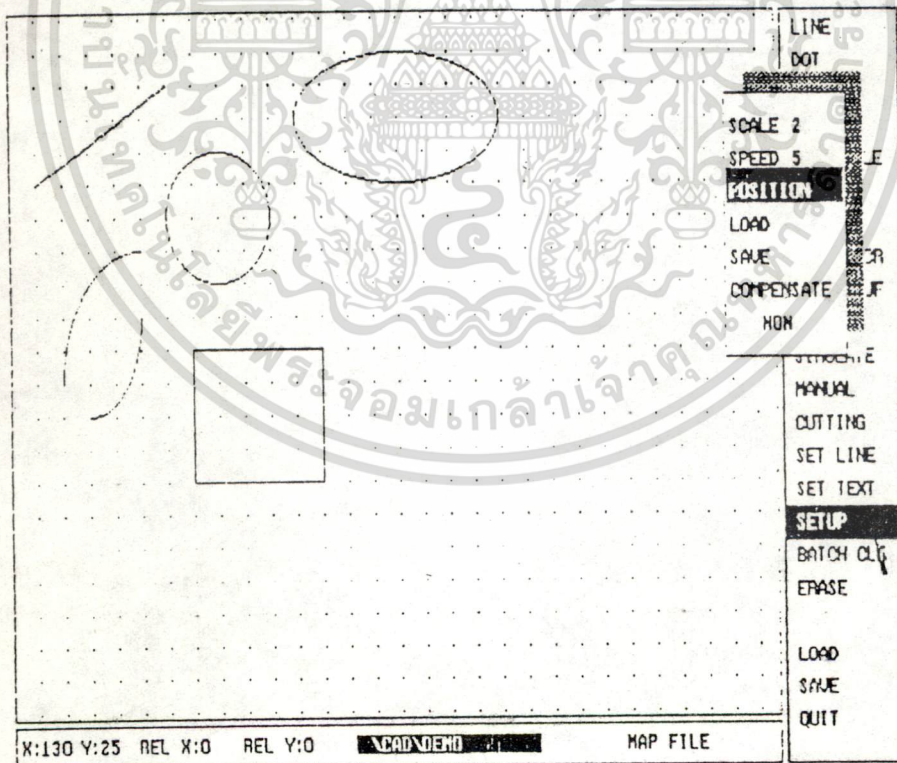
รูปที่ 6 แสดงโฟลว์ชาร์ทการทำงานของส่วนไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แสดงการเขียนและเก็บภาพ

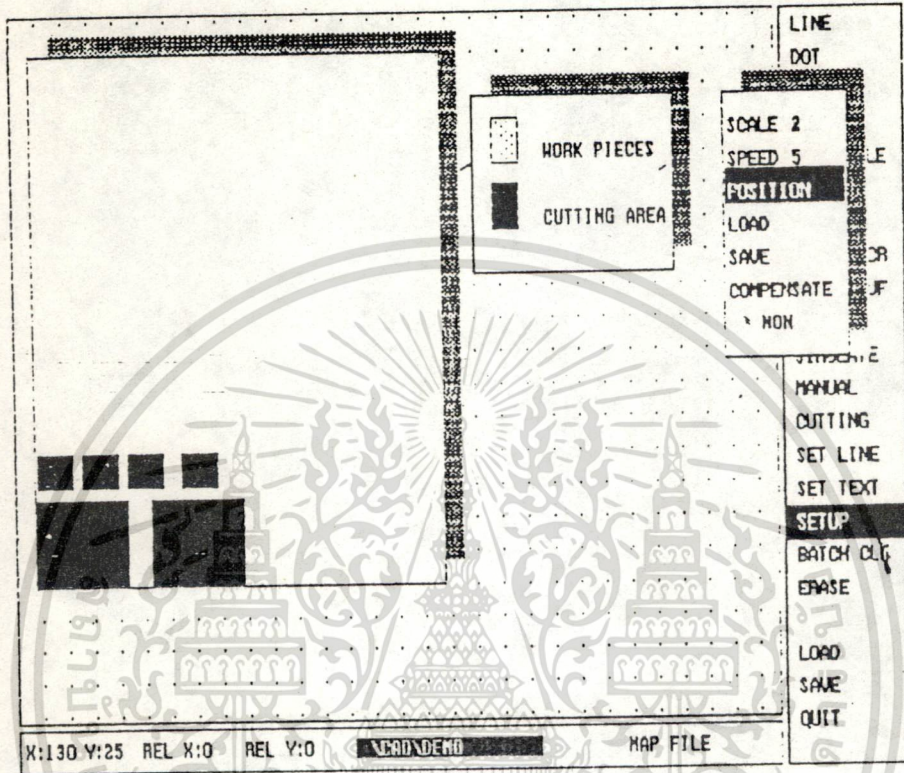


รูปที่ 8 แสดงการเลือก Scale และ Speed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EE-143
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโหมดนี้จะสามารถแสดงผลได้เป็นจุด ทำให้ผู้ใช้สามารถแสดงผลเป็นรูปอะไรก็ได้ เพราะว่าภาพแต่ละภาพเกิดจากการจัดเรียงตัวของจุดนั่นเอง ส่วนสำคัญของโปรแกรม "เอกสารอ้างอิง[4]" นี้คือ ส่วนที่เป็น Editor ที่ทำหน้าที่ให้ผู้ใช้ออกแบบชิ้นงาน ซึ่งสามารถทำการเขียน เส้นตรง เส้นโค้ง และสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นต้น ดังรูปที่ 6, 7, 8 และ 9

จากการพิจารณาถึงหน้าที่การทำงานในโหมดที่เป็น Editor ของโปรแกรมแล้วจะพบว่าจำเป็นต้องใช้การแสดงผลที่ควรมีความละเอียดสูง เพื่อให้การออกแบบชิ้นงานมีความเที่ยงตรงและมีความผิดพลาดน้อยที่สุด ดังนั้นจึงเลือกใช้จอ Monochrome หรือจอ VGA



รูปที่ 9 แสดงการกำหนดพื้นที่การตัด

ลักษณะการทำงานของ โปรแกรมจะเป็นแบบ Pull Down Menu โดยคำสั่งที่ใช้งานทั้งหมดจะแสดงให้เห็นบนจอภาพ ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องจำคำสั่ง เพียงแต่เลื่อนลูกศรไปยังคำสั่งเพื่อเลือกคำสั่งที่ต้องการ ก็สามารถทำงานได้ทันที จึงทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกและรวดเร็ว ไม่จำเป็นต้องศึกษาโปรแกรมมาก่อนก็ใช้งานได้ทันที

สำหรับคีย์บอร์ดที่ใช้งานมี 6 คีย์ โดยแต่ละคีย์มีหน้าที่การทำงานดังนี้

- 1.Up Arrow Key : ทำหน้าที่เลื่อนลูกศร หรือ Menu Bar ขึ้นสูงกว่าเดิม 1 ตำแหน่ง
 - 2.Down Arrow Key : ทำหน้าที่เลื่อนลูกศร หรือ Menu Bar ลงต่ำกว่าเดิม 1 ตำแหน่ง
 - 3.Left Arrow Key : ทำหน้าที่เลื่อนลูกศร ไปทางซ้าย 1 ตำแหน่ง
 - 4.Right Arrow Key : ทำหน้าที่เลื่อนลูกศร ไปทางขวา 1 ตำแหน่ง
 - 5.Enter : ทำหน้าที่อนุญาตให้คำสั่งทำงานเมื่ออยู่ใน Edit Mode หรือเลือกคำสั่งที่จะทำงานเมื่ออยู่ใน Command Mode
 - 6.Esc : ทำหน้าที่เปลี่ยน Mode การทำงานระหว่าง Edit Mode กับ Command Mode
- พื้นที่ใช้งานบนจอภาพ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

User area : พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่สำหรับผู้ใช้สามารถออกแบบ ลากเส้น วาดรูป โดยจะมีลูกศร
เป็นตัวชี้ตำแหน่งให้ทราบว่ากำลังปฏิบัติงานอยู่ส่วนใดของพื้นที่ และผู้ใช้กำลังทำงานอยู่ใน Editor Mode
Command Area : เป็นพื้นที่สำหรับเก็บคำสั่งที่ใช้ในการทำงาน เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้คำสั่งในการทำงาน
จะต้องเข้ามาในส่วนนี้ เพื่อเลือกคำสั่งใช้งาน(Active Command) การเลือกคำสั่งทำโดยเลื่อนแถบ
แสง(Menu Bar) ไปยังคำสั่งที่ต้องการแล้วกด Enter คำสั่งที่อยู่ตำแหน่งของ Menu Bar ก็จะทำงาน
ทันที เมื่อผู้ใช้ทำงานอยู่ในส่วนนี้เรียกว่าผู้ใช้ทำงานอยู่ใน Command Mode

ในการทำงานของโปรแกรมนี้มีคำสั่งเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ ซึ่งคำสั่งเหล่านี้จะอยู่ในพื้นที่ของ
Command Area ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่งได้โดยเข้าไปใน Command Mode และเลื่อน Menu Bar ไปยังคำ
สั่งที่ต้องการแล้วกด Enter และมีรายละเอียดของคำสั่งต่าง ๆ ดังนี้

LINE : เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับ ลากเส้นตรง เชื่อมจุดระหว่างจุดสองจุด โดยแบ่งการทำงานออก
เป็น 3 โหมดคือ

1.Normal Mode : การทำงานในโหมดนี้เป็นการลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดเริ่มต้นกับจุดสุดท้าย
และต้องกำหนดจุดทั้งสองทุกครั้ง

2.Relative Mode : การทำงานในโหมดนี้จะทำการลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดปัจจุบันกับจุดปลาย
ของเส้นตรงล่าสุด กล่าวคือการลากเส้นในโหมดนี้จะสามารถลากเส้นตรงต่อเนื่องไปเรื่อย ๆ โดยไม่ต้อง
กำหนดจุดเริ่มต้นขึ้นมาใหม่

3.Continuous Mode : การทำงานในโหมดนี้ผู้ใช้ไม่ต้องกำหนดจุดใด ๆ ทั้งสิ้นเพราะ โปรแกรมจะ
ทำการลากเส้นทุกครั้งที่มีการเลื่อนลูกศร เส้นจะลากตามลูกศรไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะออกจากคำสั่ง LINE

CURVE : เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับ ลากเส้นโค้ง เชื่อมระหว่างจุดสองจุด โดยลักษณะความโค้งเป็นไป
ตามสมการกำลังสอง

CIRCLE : เป็นคำสั่งสำหรับวาดวงกลม ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดจุดศูนย์กลางและรัศมี

RECTANGLE : เป็นคำสั่งสำหรับวาดรูปสี่เหลี่ยม ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดตำแหน่งมุมของสี่เหลี่ยม

CLEAR BUFFER : เป็นคำสั่งสำหรับลบคำสั่งทั้งหมดที่อยู่ในหน่วยความจำ

REDRAW : เป็นคำสั่งสำหรับนำคำสั่งในหน่วยความจำมาแสดงบนจอภาพ

MANUAL : เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของหัวตัด โดยใช้ Arrow Key

CUTTING : เป็นคำสั่งที่นำภาพที่ออกแบบไว้มาประมวลผล และส่งสัญญาณไปควบคุมการเคลื่อนที่ของ
หัวตัด

SET-UP : เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการตัดชิ้นงานเช่น อัตราส่วน ขนาด
ความเร็ว เป็นต้น

SIMULATE : เป็นคำสั่งที่ทำหน้าที่จำลองการตัดของเครื่องตัด โดยแสดงผลบนจอภาพทำให้ผู้ใช้
สามารถตรวจสอบลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องตัดก่อนที่จะตัดสินใจตัดชิ้นงานจริง

LOAD : เป็นคำสั่งสำหรับอ่านคำสั่งที่เก็บอยู่ใน Hard Disk หรือ Diskette เข้ามาไว้ในหน่วย
ความจำ

SAVE : เป็นคำสั่งสำหรับนำคำสั่งที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำเก็บลงไปใน Hard Disk หรือ Dis-
kette

QUIT : เป็นคำสั่งออกจากการทำงานของโปรแกรมนี้

เนื่องจากในการออกแบบนั้น หลังจากออกแบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะต้องสามารถนำแบบที่ได้ไปทำ
การควบคุม ดังนั้นจึงเก็บรูปภาพที่ออกแบบอยู่ในรูปของคำสั่ง โดยจัดหน่วยความจำเป็นแบบ Link List
สองทาง และประกอบด้วย Field ต่าง ๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของคำสั่งดังนี้

last rec	command	coordinate	operator
----------	---------	------------	----------

รูปที่ 10 แสดงลำดับการจัดเก็บภาพที่ได้ออกแบบไว้

Last Record : เป็นตัวแปรประเภท Pointer ทำหน้าที่เป็นตัวชี้ตำแหน่งของข้อมูลล่าสุด เนื่องจากข้อมูลเป็นแบบ Link List ไม่มีตำแหน่งที่อยู่แน่นอน จึงต้องอาศัยการเชื่อมโยงกันระหว่างข้อมูล

Command : เป็นตัวที่ทำหน้าที่ระบุว่าเป็นคำสั่งอะไร และมีรหัสประจำอยู่อย่างไม่ซ้ำกัน เช่น 1: เส้นตรง, 2: วงกลม, 3: วงรี, 4: สีเหลี่ยม, 5: เส้นโค้ง เป็นต้น

Coordinate : เป็นตำแหน่งที่ทำคำสั่งของจุดเริ่มต้น (X,Z) จุดสุดท้าย (X,Z) และเมื่อทำการนำคำสั่งนี้มาแสดงผล โปรแกรมจะยึดจุดนั้นเป็นจุดอ้างอิง

Operator : ส่วนนี้เป็นคำสั่งควบคุมการตัดของหัวตัด โดยที่คำสั่งนี้จะอนุญาตให้มีการตัดชิ้นงานหรือไม่ เพราะว่าบางครั้งอาจเป็นการเลื่อนตำแหน่งของหัวตัดให้เข้าสู่ตำแหน่งที่ต้องการ

2. ประมวลผลชิ้นงานที่จะตัด

ส่วนนี้ทำหน้าที่ประมวลผลภาพที่ออกแบบไว้ให้เป็นสัญญาณควบคุมการเคลื่อนของหัวตัด และวงจรที่ออกแบบไว้ต้องการการสัญญาณสำหรับควบคุมการหมุนเพียง 3 สัญญาณคือ

- สัญญาณควบคุมทิศทาง การหมุน มีอยู่ 2 ทิศทางคือ หมุนตามเข็มนาฬิกา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณกระตุ้นการหมุน (Pulse) เมื่อมอเตอร์ได้รับสัญญาณนี้จะหมุนไป 1 สเต็ป ดังนั้นความเร็วในการหมุนของมอเตอร์จึงสามารถควบคุมได้โดยสัญญาณกระตุ้น เช่นหากต้องการให้หมุนด้วยความเร็วต่ำก็ส่งสัญญาณไปกระตุ้นด้วยความถี่ต่ำ

- สัญญาณควบคุมการหมุน (Enable) เป็นสัญญาณกระตุ้นให้มอเตอร์หมุนได้หรือไม่ ได้ การเชื่อมต่อวงจรควบคุมมอเตอร์กับ ไมโครคอมพิวเตอร์นั้น โดยผ่านพอร์ตขนานบนการ์ด multi I/O คือพอร์ต LPT2 ที่หมายเลข 378H, 379H "เอกสารอ้างอิง[5]" พอร์ต 378H เป็นเอาต์พุต พอร์ตสำหรับส่งสัญญาณให้แก่วงจรควบคุมมอเตอร์ ส่วนพอร์ต 379H นั้นใช้เป็นอินพุตพอร์ตเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของหัวตัด สำหรับรายละเอียดการใช้งานแต่ละบิตของพอร์ต 378H มีดังนี้

บิต 0 : เป็นสัญญาณกระตุ้นการหมุนของมอเตอร์ (Pulse) เพื่อให้การควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ทั้งสองเป็นไปได้อย่างง่ายดาย มีความเร็วในการเคลื่อนที่เท่ากัน

บิต 2 : เป็นสัญญาณควบคุมการหมุนของมอเตอร์ (Enable) แกน X

บิต 3 : เป็นสัญญาณควบคุมการหมุนของมอเตอร์ (Enable) แกน Z

บิต 4 : เป็นสัญญาณควบคุมทิศทาง การหมุนของมอเตอร์ (Direction) แกน X

บิต 5 : เป็นสัญญาณควบคุมทิศทาง การหมุนของมอเตอร์ (Direction) แกน Z

บิต 1,6,7 : สำรองไว้

เมื่อเชื่อมต่อวงจรควบคุมกับ ไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว การควบคุมการเคลื่อนที่ที่ขึ้นอยู่กับการจัดสัญญาณให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ให้เป็นไปตามต้องการ ดังนั้นจึงเขียน Procedure สำหรับการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ทั้งสองตัวโดยเฉพาะ โดยรับค่า 2 ค่า คือสเต็ปการเคลื่อนที่ทางแนวแกน X และสเต็ปการเคลื่อนที่ทางแนวแกน Z ถ้าค่าเป็นบวกจะหมุนตามเข็มนาฬิกา ถ้าเป็นลบจะหมุนในทิศทางกลับกัน ซึ่งใน procedure นี้จะจัดการเรียงสัญญาณทุกสัญญาณที่จำเป็นต่อการหมุนไว้อย่างถูกต้อง เมื่อเรียกใช้ procedure นี้ มอเตอร์จะหมุนตามจำนวนสเต็ปที่กำหนดทันที เพราะว่าในการตัดชิ้นงานนั้นการเคลื่อนที่ของทั้งสองแกนต้องสัมพันธ์กัน เช่น การเคลื่อนที่ของเส้นโค้ง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน EE-146 เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการที่จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้นั้น ต้องศึกษาการขับเคลื่อนของส่วนเครื่องกลว่า มีการขับเคลื่อนอย่างไร อัตราส่วนการเคลื่อนที่จริงต่อการหมุนของมอเตอร์เป็นอย่างไร สำหรับส่วนเครื่องกลนั้นขับเคลื่อนโดยการเชื่อมมอเตอร์ต่อโดยตรงกับ Ball Screw เมื่อมอเตอร์หมุนจะทำให้หัวตัดซึ่งอยู่บน Ball screw เคลื่อนที่ไปข้างหน้าหรือถอยหลังได้ตามการหมุนของมอเตอร์ Ball Screw ที่ใช้มีระยะระหว่างเกลียว (Pitch) เท่ากับ 4 มิลลิเมตร ส่วนมอเตอร์นั้นสามารถหมุนได้ 0.9 องศาต่อสเต็ป ดังนั้นเมื่อมอเตอร์เคลื่อนที่ 1 สเต็ป จะทำให้ได้ระยะทางเท่ากับ 0.01 มิลลิเมตร ซึ่งมีความละเอียดสูงมาก

จะเห็นว่าหากต้องการให้หัวตัดเคลื่อนที่ไประยะทางเท่าไรก็สามารถทำได้โดยง่าย เพียงแต่คำนวณระยะทางที่ต้องการออกมาเป็นจำนวนสเต็ปแล้วป้อนให้กับมอเตอร์ของแกนนั้น เรียกว่าการเคลื่อนที่นี้ว่าเป็นแบบต่อเนื่อง และสามารถเลื่อนหัวตัดได้เพียงสองแบบคือ

- เคลื่อนที่ไปที่ละแกน การเคลื่อนที่แบบนี้จะสามารถตัดได้เป็นแนวตามการเคลื่อนที่ของแต่ละแกนคือแกน X และ Z ทำให้ตัดได้เฉพาะชิ้นงานที่เป็นมุมฉาก แต่จะให้ความละเอียดในการตัดสูงสุด

- เคลื่อนที่ไปพร้อมกันทั้งสองแกน การตัดจะได้แนวการตัดเป็นมุม 45 องศา เพราะการเคลื่อนที่ทั้งสองแกนมีความเร็วเท่ากัน

จากการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องทั้งสองแบบ จะมีขีดจำกัดในรูปแบบการตัด ตัดได้เฉพาะชิ้นงานที่มีรูปร่างพื้นฐานเป็นเส้นตรง มีมุม 90, 45 องศา เท่านั้น หากต้องการตัดชิ้นงานให้มีรูปร่างอื่น ๆ การเคลื่อนที่แบบนี้ ไม่สามารถที่จะตอบสนองความต้องการได้ จึงต้องมีการเคลื่อนที่อีกแบบหนึ่งคือการเคลื่อนที่แบบไม่ต่อเนื่อง ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของงานวิจัยนี้จะใช้การควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง โดยมีหลักการคือแบ่งเส้นที่จะเป็นแนวการตัดให้เป็นส่วนย่อย ๆ ไปคำนวณหาระยะแกน X และระยะแกน Z แล้วจึงจากนั้นก็คำนวณย่อยต่อไปมาทำการคำนวณเหมือนเดิมจนกว่าจะถึงจุดสิ้นสุดของเส้นนั้น การเคลื่อนที่แบบนี้ในหนึ่งเส้นอาจจะต้องกำหนดระยะการเคลื่อนที่ของหัวตัดเป็นร้อยครั้ง ดังนั้นถ้าแบ่งส่วนย่อยให้มีความยาวน้อย ๆ ความราบเรียบ (Smooth) ของแนวการตัดที่ได้ก็จะสูงมาก จนดูเหมือนเป็นการตัดแบบต่อเนื่อง และระยะการเคลื่อนที่ที่สามารถทำได้ต่ำที่สุดคือมอเตอร์หมุน 1 สเต็ป ได้ระยะทาง 10 ไมครอน หากสามารถแบ่งย่อยการเคลื่อนที่ได้ขนาดนี้แนวการตัดที่ได้ก็จะราบเรียบเป็นเส้นเดียวกันตลอด

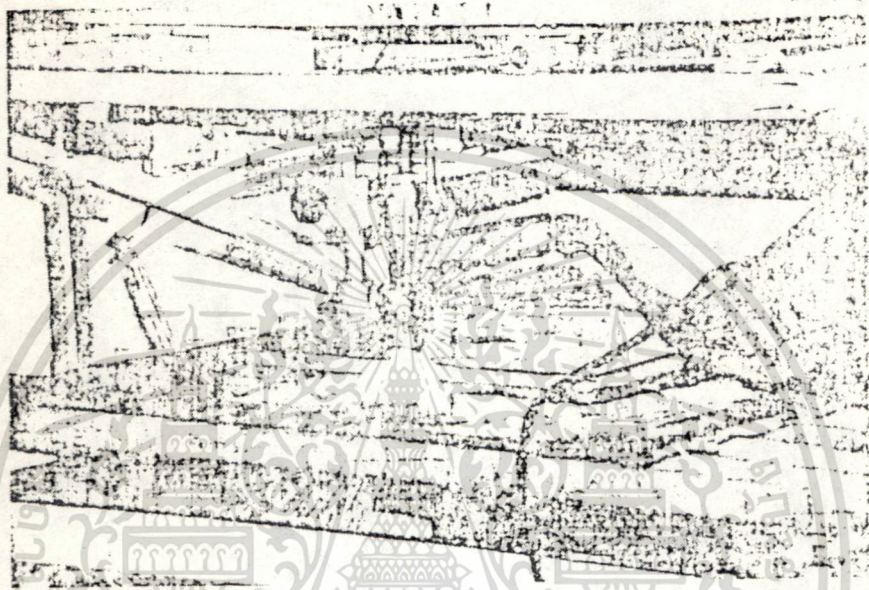
แต่ในความเป็นจริงแล้ว ไม่สามารถที่จะแบ่งส่วนย่อยให้มีขนาด 10 ไมครอนได้เพราะว่าระยะการเคลื่อนที่ของแต่ละแกนนั้น ได้มาจากการคำนวณจากสมการของเส้นที่กำลังตัดอยู่ ผลลัพธ์จากการคำนวณนั้นอาจจะไม่ลงตัวทำให้เกิดการบิดเบือน เมื่อมีการบิดเบือนก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เส้นย่อยแต่ละเส้นห่างก็มีความผิดพลาด เมื่อรวมกันเป็นเส้นใหญ่ก็จะทำให้ค่าความผิดพลาดความสูงจนไม่สามารถนำมาใช้งานได้ จึงต้องขยายระยะของส่วนย่อยให้มีขนาดกว้างขึ้น ก็จะทำให้ลดปัญหาส่วนนี้ไม่ได้ แต่ก็ทำให้ความราบเรียบก็ลดลงไปด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องเลือกระยะของการแบ่งเส้นย่อยให้เหมาะสมเพื่อให้เกิดความผิดพลาดทั้งสองด้านเป็นไปอย่างเหมาะสมที่สุด

เนื่องจากสัดส่วนในจอภาพของแกน X และ Z ไม่เท่ากัน คืออัตราส่วน 4:3 ดังนั้นขั้นตอนแรกต้องทำการปรับขนาดของทั้งสองแกนให้อยู่ในหน่วยเดียวกันเสียก่อน โดยนำ 4 และ 3 ไปหาร ค่าที่ได้ตามลำดับนั้นจะเป็นหน่วยมาตรฐาน พื้นที่บนจอภาพเมื่อคิดเป็นจำนวนหน่วยจะได้เท่ากับ 140×105 หน่วย เมื่อไม่มีการขยาย (Scale = 1) จะสามารถตัดได้เท่ากับ 28×21 มิลลิเมตร และในกรณีมีการขยายสูงสุด (Scale = 20) ก็จะสามารถตัดชิ้นงานได้ขนาด 560×420 มิลลิเมตร ส่วนของเครื่องกลนั้นสามารถตัดชิ้นงานได้สูงสุดได้เท่ากับ 800×800 มิลลิเมตร สำหรับการประมวลผลในการตัดของเส้นแต่ละแบบจะเป็นดังนี้

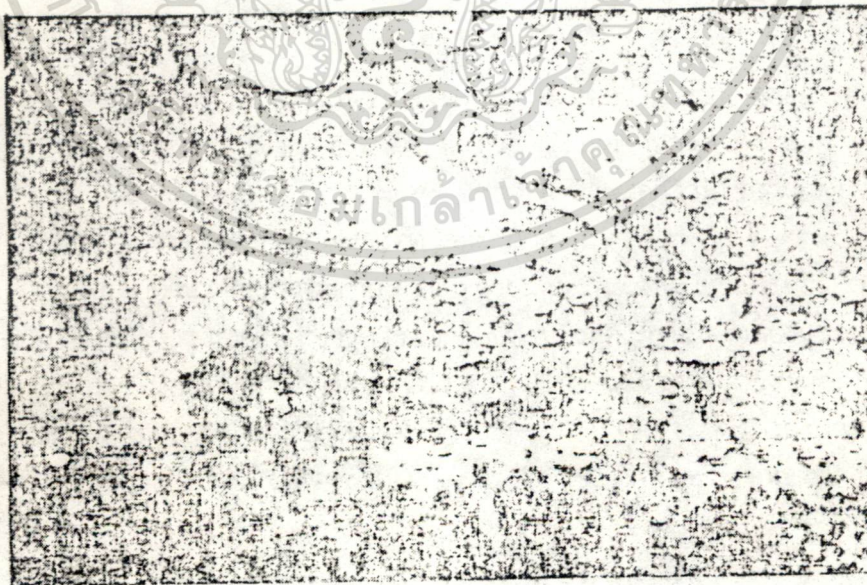
1. เส้นตรง การคำนวณระยะการเคลื่อนที่ โดยหาสมการเส้นตรงที่เชื่อมจุดสองจุดออกมาเป็นค่าของความชัน คือ $m = (Z_2 - Z_1) / (X_2 - X_1)$ โดยกำหนดให้ $Z = f(X) = mX + C$ ยกเว้นในกรณีที่ $X_2 - X_1 = 0$ ให้ $X = f(Z)$ โดยที่ค่า C เท่ากับ 0, $Z = mX$ การเคลื่อนที่ของหัวตัดเท่ากับ $\text{move}(X, m \times X)$

2. วงกลม จากสมการวงกลม $r^2 = X^2 + Y^2$ จะให้ $Y = \text{sqr}(r^2 - X^2)$ หลังจากนั้นก็เลื่อนค่า X จาก 0 ไปยังส่วนปลายรัศมีที่ละสเต็ป แล้วนำระยะความแตกต่างทั้งทางด้านแกน X และแกน Z ไปทำการกำหนดการเคลื่อนของหัวตัด

3. วงรีและเส้นโค้ง การเคลื่อนที่ของเส้นโค้ง วงรี นั้นเหมือนกัน เพราะใช้สมการเดียวกัน เพียงแต่เส้นโค้งใช้เพียง quadrant เดียว แต่วงรีใช้ครบทั้ง 4 quadrant จากสมการวงรี $(X/a)^2 + (Z/b)^2 = 1$, $Z = b * \text{sqr}[1 - (X/a)^2]$ หลังจากนั้นก็เลื่อนค่า X จาก 0 ไปยังส่วนปลายรัศมีที่ละสเต็ป แล้วนำระยะความแตกต่างของแกน X และแกน Z เพื่อไปทำการกำหนดการเคลื่อนของหัวตัด



รูปที่ 11 แสดงเริ่มการตัดรูปทรงกลม



รูปที่ 12 แสดงการตัดรูปทรงกลมประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์

กรณีเป็นภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

กรณีภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

กรณีภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

กรณีภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

กรณีภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

กรณีภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

กรณีภาคต่อ (X - 1) type = V 107-0 2Y 3X = 31 หมายเหตุภาคต่อ ภาค 2

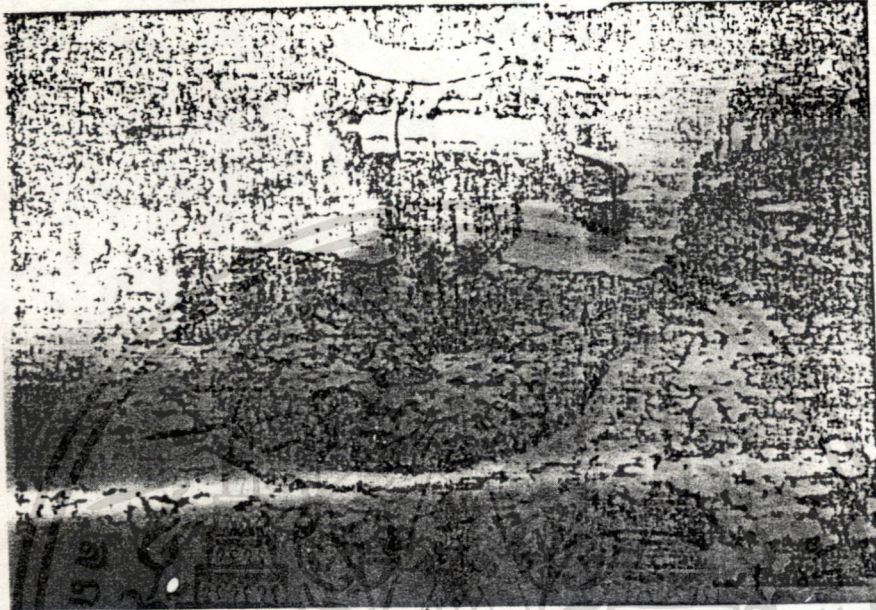


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่รับชม 08 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2565

ผลการทดลอง

เมื่อทุกส่วนของเครื่องทำงานถูกต้องแล้ว นำเครื่องมาติดตั้งหัวตัดแบบพลาสติก เป็นหัวตัดความร้อน ประมาณ 8000 - 10000 °K ใช้ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังขนาด 9000 W. ทดลองตัดเหล็กขนาด 3, 5, 15 และ 20 มิลลิเมตร ปรากฏว่าผิวชิ้นงานที่ออกมาค่อนข้างดี จากโน้มนำไปตัดวงกลมรัศมี 50 มิลลิเมตร ขนาด 20 มิลลิเมตร ปรากฏว่าผิวชิ้นงานผิดพลาดประมาณ 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 11, 12 และ 13



รูปที่ 13 แสดงการตัดรูปทรงกลมเสร็จเรียบร้อยแล้ว

สรุป

จากการทดลองเครื่องตัดที่ได้ออกแบบขึ้นมาสามารถควบคุมการตัดตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ได้อย่างถูกต้อง ผิวชิ้นงานที่ออกมาผิดพลาดประมาณ 2 มิลลิเมตร และยังอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการออกแบบ รูปร่าง ขนาด ของชิ้นงานที่จะตัด สามารถกำหนดพื้นที่การตัด กำหนดความเร็วในการตัด

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจที่จะทำการวิจัยเครื่องตัด โลหะนี้ก็คือ

1. โปรแกรมช่วยการออกแบบชิ้นงาน ไม่สามารถดึงข้อมูลรูปมาตรฐานจากโปรแกรมอื่น ๆ เช่น AUTOCAD, PRODESIGN เป็นต้น ถ้าโปรแกรมช่วยการออกแบบสามารถดึงข้อมูลจากโปรแกรมเหล่านั้นได้ จะสามารถนำรูปชิ้นงานบางส่วนที่มีอยู่แล้วมาทำการตัดได้เลย จะสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. ส่วนของเครื่องกลั่นในอุตสาหกรรมจะมีขนาดกว้าง 5 ฟุต ยาว 11 ฟุต และการเคลื่อนของหัวตัดจะอยู่บนรางเลื่อน ดังนั้นจะต้องสนใจเรื่องแรงบิด ความเร็วของมอเตอร์ และโครงสร้างทางเครื่องกลด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Pressman R.S and William J.E., "Numerical Control and Computer-Aided Manufacturing", John Wiley & Sons, New York, 1977.
2. Koren Y., "Computer control of Manufacturing System", McGraw-Hill, New York, 1983.
3. SGS, "Motion Control Application Manual", SGS Technology and Service, 1987.
4. Borland International, "Turbo Pascal Version 5.5 Reference Manual", Borland International, California, 1989.
5. IBM, "IBM Technical Reference Manual For IBM PC-XT", IBM Co.Ltd, 1983.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
EE-150
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้