บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์

การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control : CNC) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเก็บข้อมูลหรือช่วยในการป้อนข้อมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรม

ในปัจจุบันเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีนี้สามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือ (Manual Data Input : MDI) ได้ทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมได้สะดวก หรือถ้าต้องการแทรกข้อมูล การให้ขนาดใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบ การเปลี่ยนความเร็วตัดและอัตราป้อนก็สามารถทำได้โดยง่าย

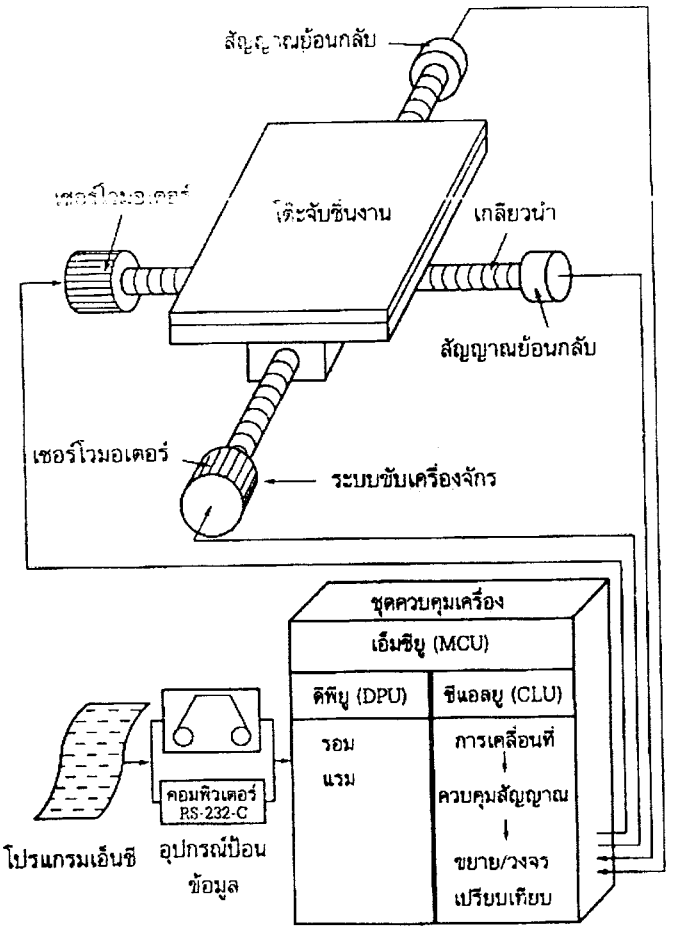
2.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซีมีดังนี้

2.2.1 ส่วนที่เป็นโปรแกรมสั่งงาน (part program) โปรแกรมสั่งงานในระบบซีเอ็นซีจะมีลักษณะเป็นแถวยาว โดยแต่ละแถวจะมีรหัสคำสั่ง (NC code) ที่เขียนไว้ในรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ ซึ่งรหัสคำสั่งในแต่ละแถวนี้ จะแทนตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดบนเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อใช้สำหรับการขึ้นรูปชิ้นส่วน

2.2.2 ส่วนที่ป้อนข้อมูลของโปรแกรม (program input device) การป้อนข้อมูลของโปรแกรมในเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เป็นซอฟต์ไวร์ (soft wire) นั้นจะใช้วิธีการป้อนโปรแกรมเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ด้วยสายส่งสัญญาณ (interface bus)

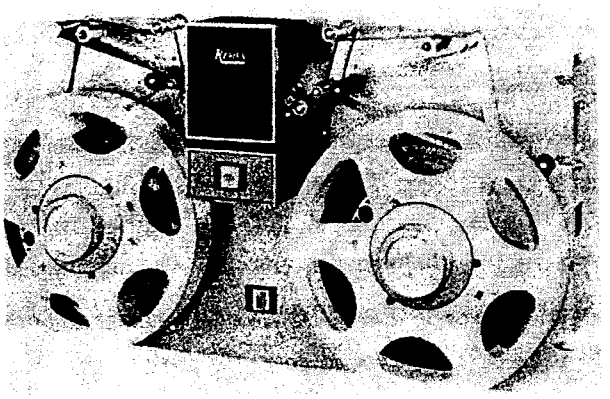
2.2.3 ส่วนที่เป็นระบบควบคุมการขับเคลื่อน (Drive system) การควบคุมการขับเคลื่อนในระบบซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ ใช้มอเตอร์แบบเป็นขั้น ใช้มอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor) ใช้มอเตอร์กระแสสลับ (AC servo motor) และระบบไฮดรอลิก (hydraulic servo drive)



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี (อำนาจ ทองแสน,2544)

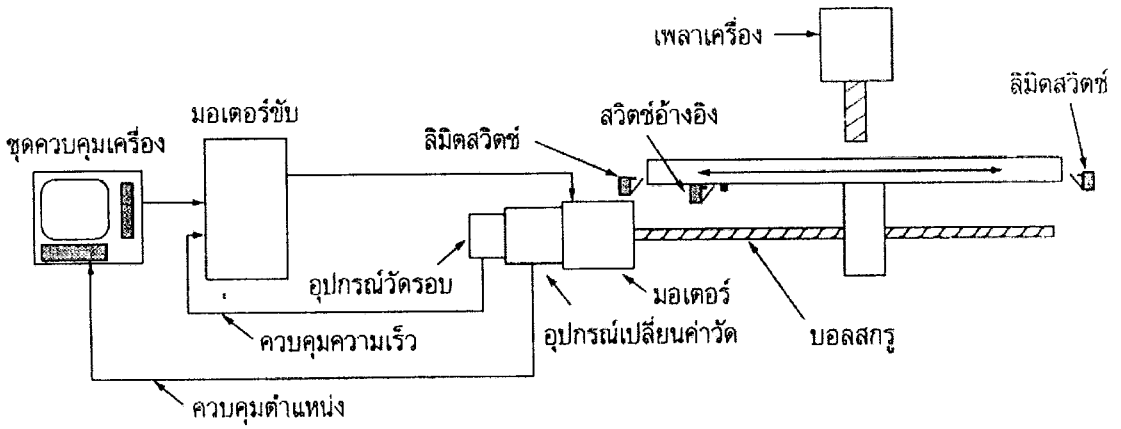
2.2.4 หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง (machine control unit) หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องหรือ MCU มีหน้าที่อ่านและตีความหมายของคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนป้อนข้อมูลของโปรแกรม หลังจากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณเพื่อไปควบคุมระบบการขับเคลื่อนของเครื่องจักรซีเอ็นซีต่อไป

หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วนที่สำคัญๆ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรม (Data Processing Unit : DPU) เช่น เครื่องอ่านเทปกระดาษ เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก หรือ RS-232-C เป็นต้น และ ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี(Control Loop Unit : CLU) เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน การเคลื่อนที่ของแนวแกน การเปลี่ยนเครื่องมือตัด การเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น เป็นต้น



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของเครื่องอ่านเทปกระดาษ (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.25 เครื่องจักรกล (machine tool) เครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาเพื่อควบคุมระบบซีเอ็นซี จะมีระบบการควบคุม 2 ระบบ คือแบบวงรอบเปิดและวงรอบปิด หรือการผสมระหว่างวงรอบเปิดและแบบวงรอบปิด โดยเครื่องจักรที่ควบคุมแบบระบบวงรอบเปิดจะมีสัญญาณส่งไปที่มอเตอร์ ทำให้โต๊ะจับชิ้นงานเคลื่อนที่ไปตามที่โปรแกรมไว้ ซึ่งการควบคุมด้วยระบบนี้จะไม่มีระบบตรวจสัญญาณย้อนกลับ (feedback system) ทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่ส่งมานั้นทำแล้วหรือยัง หรือมีข้อผิดพลาดอย่างไร ส่วนการควบคุมแบบระบบวงจรปิดจะมีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ เมื่อโต๊ะหรือเครื่องมือตัดเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่ตั้งโปรแกรมไว้ ก็จะมีสัญญาณจับเพื่อควบคุมให้โต๊ะจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดหยุด

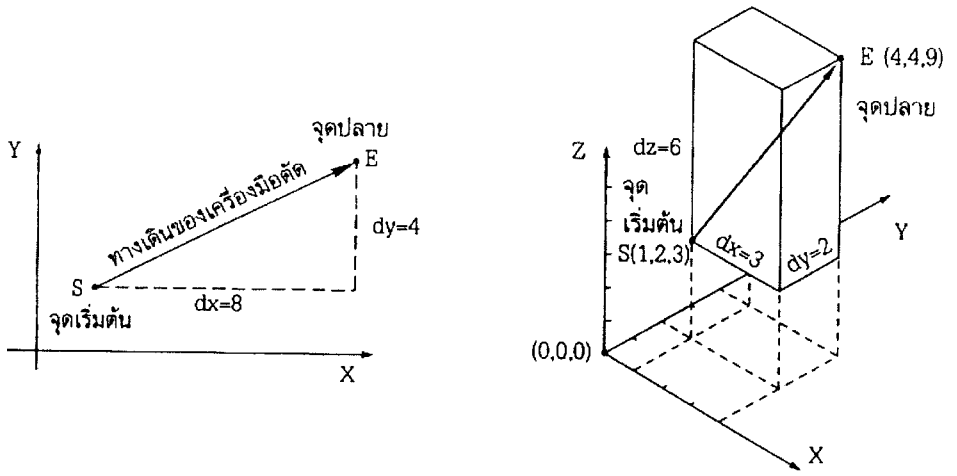


รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบวงจรปิด (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.3 การควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนต่างๆ ของเครื่องซีเอ็นซีแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิดคือ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (linear) การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (circular) การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (helical) การเคลื่อนที่แบบพาลาโบลิก (parabolic) และการเคลื่อนที่แบบคิวบิก (cobic) โดยการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและในแนวเส้นโค้งจะเป็นแบบที่มีการใช้งานมากที่สุดในระบบซีเอ็นซี

2.3.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (linear interpolation) การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ เครื่องมือตัดจะเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายเป็นแนวเส้นตรง และในขณะเดียวกัน ระบบซีเอ็นซีจะคำนวณการเปรียบเทียบ โดยให้จุดปลายของเส้นแรกเป็นจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ไปยังจุดใหม่ต่อไป

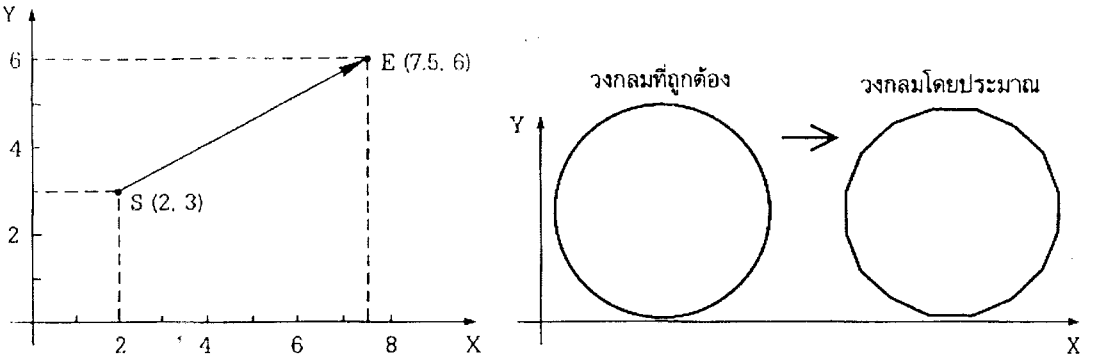


(ก) แบบ 2 แกน (ข) แบบ 3 แกน

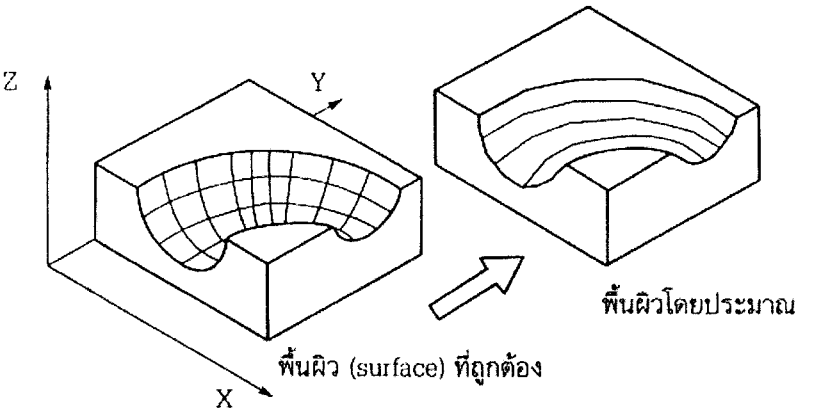
รูปที่ 2.4 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแบบ 3 แกน (อำนาจ ทองแสน,2544)

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงนี้เราจำเป็นต้องกำหนดค่าตัวแปรที่สำคัญ 3 ค่าตัวแปร โคออร์ดิเนตของจุดเริ่มต้น โคออร์ดิเนตของจุดปลาย และความเร็วของแต่ละแนวแกน

หลักการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงานของเครื่องมือหลายลักษณะ ซึ่งประกอยไปด้วยการเคลื่อนที่ตัดในแนวเส้นตรง วงกลม ส่วนโค้ง และส่วนแบบเฮลิคอล ตัวอย่างการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงานในแนวเส้นตรงแสดงไว้ในรูปที่ 2.5



(ก) การเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรง (straight line) (ข) การเคลื่อนที่เป็นวงกลม (circle) ในลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า

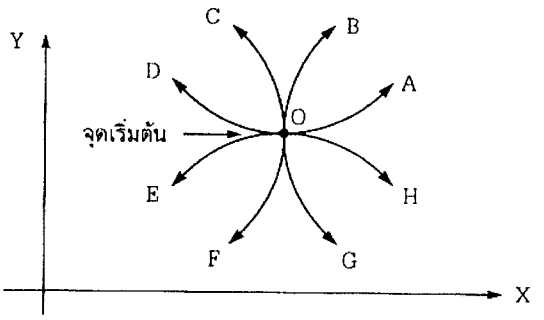


(ค) การเคลื่อนที่ตัดผิวชิ้นงานเป็นส่วนโค้งในลักษณะ 3 มิติ

รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (อำนาจ ทองแสน,2544)

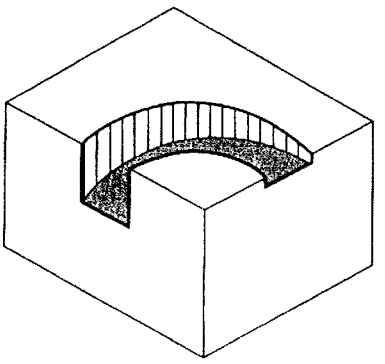
2.3.2 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (circular interpolation) การเคลื่อนที่เบบนี้จะมีลักษณะคล้ายกับการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงที่มีลักษณะสั้นมาก ปกติขนาดของสัญาณพัลส์ที่ส่งออกไปควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์จะมีค่าประมาณ 0.0001 หรือ 0.0002 นิ้ว โดยระบบที่ควบคุมซีเอ็นซีจะคำนวณหาจุดต่อกันของเส้นตรงตามขนาดของรัศมี และในขณะเดียวกันเครื่องมือตัดและชิ้นงานก็จะเคลื่อนที่สัมพันธ์กันทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งขึ้น ข้อดีของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งมีความคงที่ในขณะที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานผิวโค้ง

ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งไม่ว่าจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา (G02) และทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (G03) สามารถจำแนกได้ทั้งหมด 8 ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.6 โดยกำหนดให้ O คือ จุดเริ่มต้นของเส้นโค้ง และตำแหน่ง A, B, C, D, E, F, G, H คือจุดปลายของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง



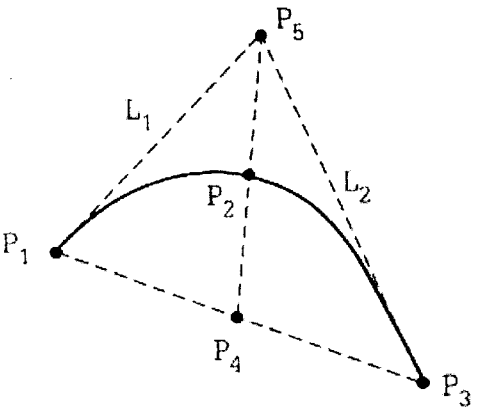
รูปที่ 2.6 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 8ลักษณะจากจุดเริ่มต้นที่กำหนดให้(อำนาจ ทองแสน,2544)

2.3.3 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (helical interpolation) การเคลื่อนที่แบบนี้จะเป็นลักษณะของการผสมผสานกันระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 2 แกน และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงอีกหนึ่งแกน การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอลนี้จะใช้ในงานกัดเกลียวในและกัดเกลียวนอกที่มีขนาดใหญ่ (lagre internal and external thread)



รูปที่ 2.7 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.3.4 การเคลื่อนที่แบบพาราโบริก (parabolic interpolation) การเคลื่อนที่แบบนี้จะกำหนดโดยใช้จุดที่ไม่อยู่ในเส้นแนวเดียวกัน 3 จุด ซึ่งมีลักษณะเป็นฟรีฟอร์มเคิร์ฟ (free-from curves) ในรูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของเส้นโค้งพาราโบริกที่กำหนดจุด 3 จุดซึ่งประกอบ P_1, P_2 และ P_3 โดยที่ P_1 และ P_3 คือจุดปลายของเส้น ส่วน P_2 คือจุดกึ่งกลางระหว่าง P_4 และ P_5 ส่วน P_4 คือจุดกึ่งกลางระหว่าง P_1 และ P_3 เส้นตรง L_1 และ L_2 คือ เส้นที่ใช้ในการสร้างส่วนโค้งพาราโบลิก



รูปที่ 2.8 การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิก (อำนาจ ทองแสน,2544)

การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิกนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

2.3.5 การเคลื่อนที่แบบคิวบิก (cubic interpolation) การเคลื่อนที่แบบนี้เราสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดได้ทุกรูปแบบ โดยทั่วไปแล้วจะนิยมใช้กับเครื่องซีเอ็นซีที่ใช้ในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำจากโลหะแผ่น เช่น ตัวถังรถยนต์ ฝาครอบเครื่องยนต์ เป็นต้น

2.4 ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

2.4.1 ส่วนประกอบของชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีหรือเอ็มซียู (MCU : Machine Control Unit) มีดังนี้

2.4.1.1 ส่วนรับข้อมูล (data input) มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้อนข้อมูลและเก็บข้อมูลของโปรแกรมซีเอ็นซี

2.4.1.2 ส่วนประมวลผลข้อมูล (data processing) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ส่งเข้ามาซึ่งในส่วนนี้จะมีหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) ของคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่คำนวณและเปรียบค่าต่างๆ เช่น ตำแหน่งขนาดของชิ้นงาน อัตราป้อน ตำแหน่งการวางเครื่องมือตัด การคำนวณค่าชดเชยรัศมีของเครื่องตัดและการควบคุมระบบเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็นโดยอัตโนมัติ เป็นต้น

2.4.1.3 ส่วนส่งข้อมูลออก (data output) ทำหน้ากำหนดตำแหน่งและสัญญาณป้อนไปยังวงจรควบคุมเซอร์โวแพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์

2.4.1.4 ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องซีเอ็นซี (machine I/O interface) ทำหน้าที่แยกข้อมูลสัญญาณที่จำเป็นสำหรับ

2.4.1.4ก ควบคุมทิศทางการหมุนของเพลาจับเครื่องมือตัด (spimdle) กลไกการเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น หรือคำสั่งอื่นๆ

2.4.1.4ข สัญญาณข้อมูลที่เกี่ยวกับการหยุดเครื่องฉุกเฉิน (emergency stop) การทำโปรแกรมแบบวัฏจักร (cycle start) คำสั่งหยุดการเคลื่อนที่ทุกแนวแกน (feed hold) และสัญญาณอื่นๆ ที่ใช้ควบคุมระบบซีเอ็นซี

2.4.2 ไดอะแกรมของหน่วยควบคุมเครื่องซีเอ็นซีและส่วนประกอบอื่นๆ ของส่วนประมวลผลข้อมูลทั้งหมดมี 6 ส่วนดังนี้

2.4.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU:Central Processing Unit) ถือว่าเป็นหัวใจของเครื่องคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด

ซีพียูประกอบด้วยส่วนที่สำคัญๆ 3 ส่วนคือ

2.4.2.1ก ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุม (control section) มีหน้าที่

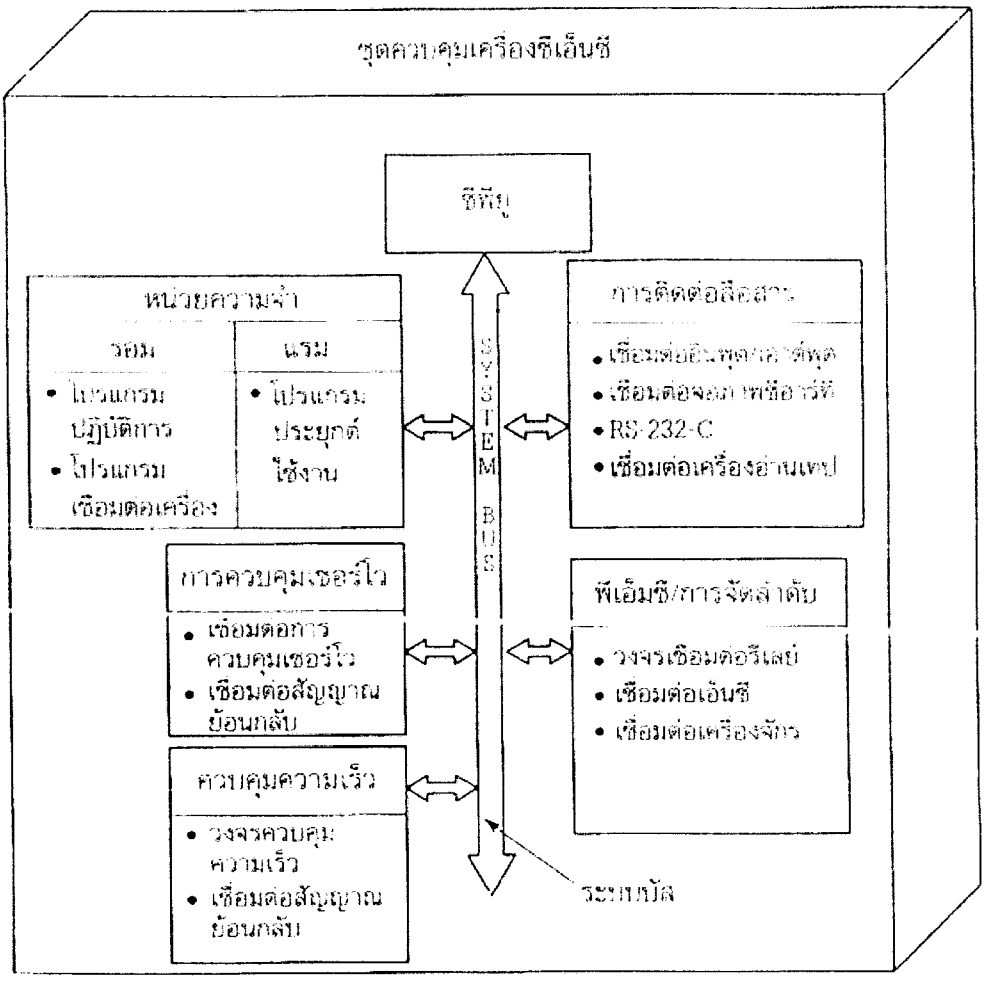
- ติดต่อกับหน่วยรับข้อมูลเข้า (data input) และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในคอมพิวเตอร์

- นำข้อมูลจากหน่วยความจำในแรม(RAM)หรือรอม (ROM) มาแปลรหัส (decode) หรือแปลคำสั่ง

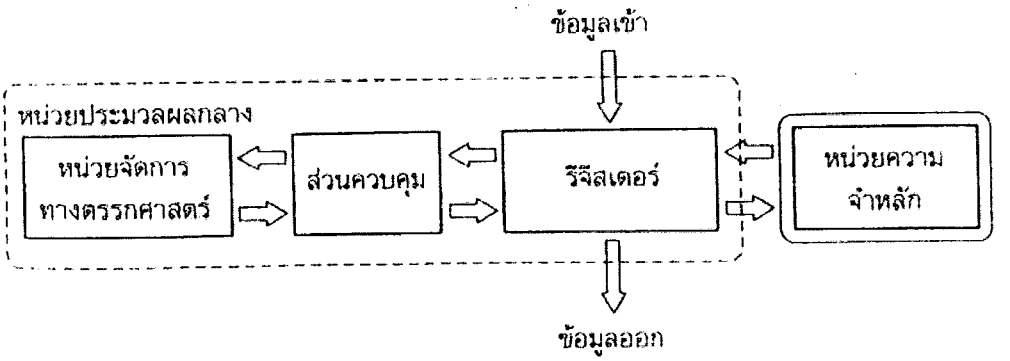
- ส่งสัญญาณข้อมูลระบบควบคุมที่แปลระหัสเสร็จแล้วเป็นคำสั่งออกไปยังหน่วยส่งข้อมูลออก(data output)

2.4.2.1ข ส่วนจัดการทางตรรกยศาสตร์(arihmetric-iogic section)มีหน้าที่คำนวนข้อมูลที่เกี่ยวกับตรรกะหรือคณิตศาสตร์ เช่น การบวก (+) การ (-) เป็นต้น

2.4.2.1ค ส่วนที่เป็นหน่วยความจำชั่วคราว(immediate-access memory section) หน่วยความจำชั่วคราวหรือรีจิสเตอร์(register)ทำหน้าที่นำข้อมูลจากหน่วยรับข้อมูลเข้ามาเรียงลำดับไว้เพื่อส่งไปยังหน่วยอื่น เช่น หน่วยจัดการทางตรรกยศาสตร์ ทั้งนี้ก็เพื่อให้หน่วยอื่นทำงานอยู่ตลอดเวลาไม่เกิดภาวะรอข้อมูล



รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมทำงานของหน่วยควบคุมเครื่องซีเอ็นซี (อำนาจ ทองแสน,2544)



รูปที่ 2.10 ไดอะแกรมการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.4.2.2 หน่วยความจำ (memory) เนื่องจากหน่วยความจำของหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู(CPU) ของคอมพิวเตอร์มีจำกัด ดังนั้นเราจำเป็นต้องหาหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่สำหรับเก็บข้อมูลโปรแกรม หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์นั้นเราแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

2.4.2.2ก หน่วยความจำหลัก (primary memory) ได้แก่หน่วยความจำประเภทแรม(RAM:Random Access Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและเขียนหรือลบข้อมูลได้ตลอดเวลา และหน่วยความจำประเภทรอม (ROM:Ready Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลไว้อย่างถาวร และอ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถ เขียน ลบ หรือแก้ไขข้อมูลได้

2.4.2.2ข หน่วยความจำ (secondary memory) โดยทั่วไปแล้วหน่วยความจำประเภทนี้จะเป็นหน่วยความจำเกบข้อมูลของโปรแกรม ยกตัวอย่างหน่วยความจำสำรองนี้ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ ฟลอปปีดิสก์ เทปแม่เหล็ก เป็นต้น หน่วยความจำประเภทนี้สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ยาวนาน ซึ่งเมื่อเราปิดเครื่อง ข้อมูลจะไม่สูญหาย แต่อย่างไรก็ตามหน่วยความจำสำรองนี้มักจะทำงานช้ากว่าหน่วยความจำหลัก

2.4.2.3 การติดต่อสื่อสาร (communication) ในระบบซีเอ็นซีจำเป็นจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันระหว่างหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) และส่วนประกอบของระบบอื่นๆ ซึ่งอยู่ภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.11 ลักษณะของจอภาพซีอาร์ทีที่แสดงข้อมูลและสัญญาณต่าง ๆ (อำนาจ ทองแสน,2544)

โดยทั่วไปแล้วระบบซีเอ็นซี จะมีการติดต่อสื่อสารเพื่อควบคุมระบบซีเอ็นซี อยู่ 3 ชนิดคือ

2.4.2.3ก จอภาพ (display)หรือมอนิเตอร์ (monitor) ในระบบซีเอ็นซีจะประกอบด้วยจอภาพซีอาร์ที (CRT : Cathode Ray Tube) และอุปกรณ์แสดงสัญญาณต่างๆ เช่นหลอดไฟหรือสัญญาณไฟต่างๆ จอภาพนี้จะเป็นส่วนที่ใช้แสดงเกี่ยวกับข้อมูลของโปรแกรมซีเอ็นซี ซึ่งประกอบไปด้วย

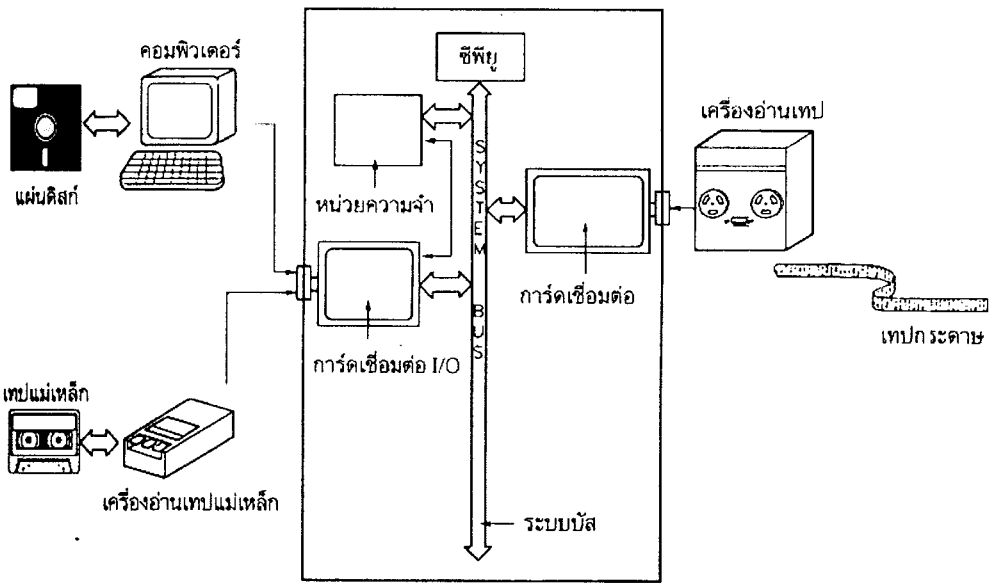
- แสดงข้อมูลของโปรแกรมที่ใช้งาน (active part program)
- แสดงแนวแกนใช้งานปัจจุบัน (current axis)
- แสดงทางเดินของเครื่องมือตัด (tool path)
- แสดงข้อมูลที่เกี่ยวกับการวางตำแหน่งของมีด (tool offset)
- แสดงการจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน (simulation)
- แสดงสัญญาณเมื่อโปรแกรมมีการผิดพลาด (alarm for program errors)หรือระบบควบคุมเซอร์โวผิดพลาด
- อื่นๆ เช่น การแปลงสถานะของการส่งข้อมูลหรือบอดเรต (baud rate) ของสายส่งข้อมูล เป็นต้น

2.4.2.3ข แผงควบคุมการทำงาน (operator control panel) แผงควบคุมการทำงานนี้จะเป็นส่วนที่ช่างควบคุมเครื่องใช้ติดต่อสื่อสารกับระบบซีเอ็นซี นอกจากนี้แล้วยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนควบคุมเครื่อง (machine controls) และส่วนควบคุมโปรแกรม (program controls)

- ส่วนควบคุมเครื่อง (machine controls) จะทำหน้าที่ควบคุมสวิตช์เปิด/ปิดต่างๆ (on/off and push) สวิตช์แบบเปลือก (selector switches) มือหมุนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic handwheel) และสวิตช์ปรับ (override switches) โดยสวิตช์ที่กล่าวมานี้จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการเปิด/ปิดเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (spindle) ควบคุมการเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น (coolant) ควบคุมการเคลื่อนที่และทิศทางของแนวแกน ควบคุมความเร็วและอัตราป้อน (speed and feed) ในลักษณะเป็นเปอร์เซ็นต์ของความเร็วและอัตราป้อนด้วยสวิตช์ปรับ

- ส่วนควบคุมโปรแกรม (program controls) ประกอบด้วยการป้อนข้อมูลของโปรแกรม การแก้ไขโปรแกรม ซึ่งเราสามารถป้อนข้อมูลได้โดยตรงจากแป้นพิมพ์ (keypad or keyboard) ของแผงควบคุมการทำงาน โดยเราเรียกการป้อนข้อมูลของโปรแกรมในลักษณะนี้ว่า" การป้อนด้วยมือ (Manual Data Input : MDI)"

2.4.2.3ค ส่วนป้อนข้อมูลเข้า/ออกของโปรแกรม (part program input and output) เนื่องจากข้อมูลของโปรแกรมที่ใช้ใช้ควบคุมในระบบซีเอ็นซีนั้นเราสามารถที่จะเก็บข้อมูล เช่น เทปกระดาษ แผ่นฟลอปปีดิสก์ และเทปแม่เหล็ก เป็นต้น โดยข้อมูลที่เก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูลเหล่านี้ เมื่อจะนำไปใช้งานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีอุปกรณ์ช่วยสำหรับการส่งถ่ายข้อมูล ซึ่งได้แก่ เครื่องอ่านเทปกระดาษ (punched tape reader) เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก (magnetic tape reader) และคอมพิวเตอร์ที่ใช้สายส่งข้อมูล ด้วย RS-232-C ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะเชื่อมต่อกันด้วยระบบบัส (bus system) ของหน่วยประมวลผลกลาง และการ์ดของหน่วยเชื่อต่อ (I/O interface card)

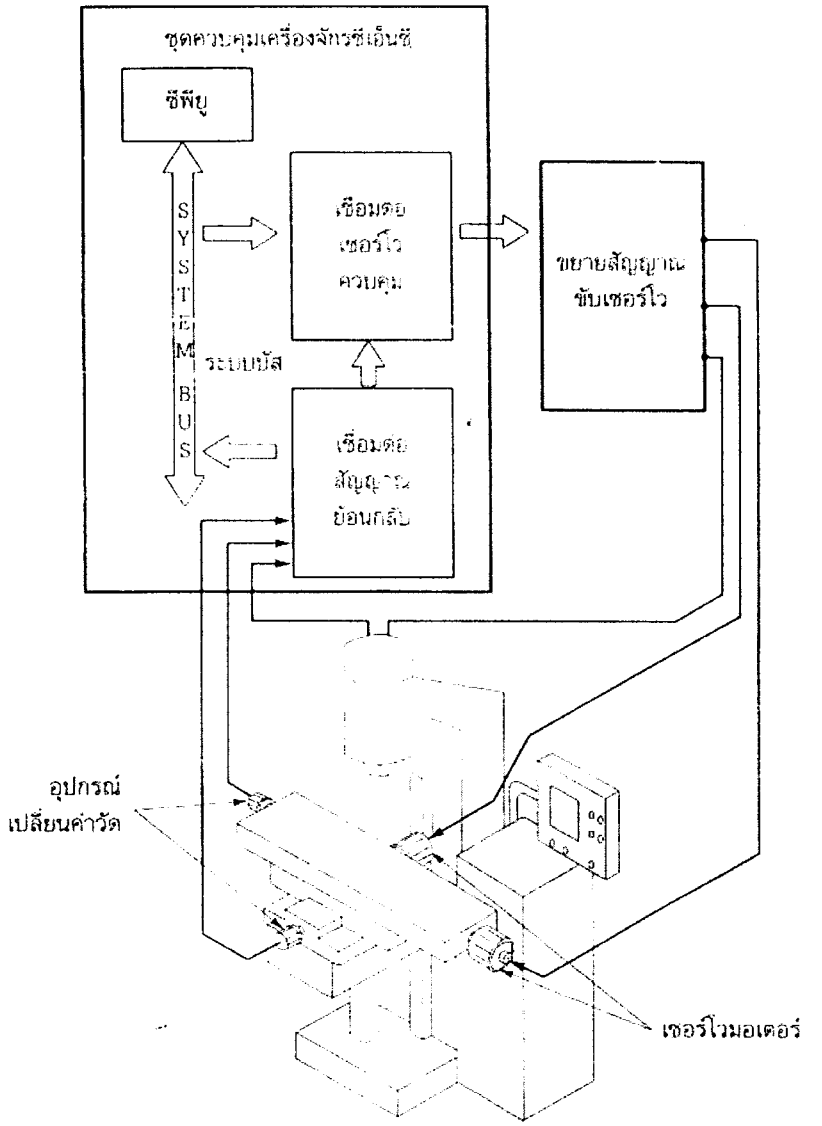


รูปที่ 2.12 แสดงส่วนป้อนข้อมูลเข้า/ออกในระบบซีเอ็นซี (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.4.2.4 การควบคุมการขับเซอร์โว (servo drive control) การควบคุมเครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีนั้นจำเป็นต้องอาศัยระบบการแปลงและควบคุมสัญญาณพัลส์ที่ถูกส่งมาจากระบบซีเอ็นซีไปเป็นสัญญาณสำหรับการควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์

โดยการควบคุมการขับเซอร์โวนี้จะมีระบบย่อยอยู่ 2 ระบบคือ ระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โว (servo control interface) และระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ (feedback interface)

ระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โวจะเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมตำแหน่งและความเร็วในการขับเคลื่อนมอเตอร์ แต่เนื่องจากสัญยาณควบคุมที่ส่งมาจากระบบซีเอ็นซีและระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โวมีกำลังต่ำ ดังนั้นก่อนที่จะส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการขยายคลื่นสัญญาณ โดยใช้ชุดขยายสัญญาณขับเซอร์โว (servo drive amplifier) โดยที่ชุดขยายสัญญาณขับเซอร์โวนี้จะไม่เป็นส่วนประกอบของชุดควบคุมระบบซีเอ็นซี แต่จะเป็นชุดประกอบของระบบควบคุมการขับมอเตอร์ ส่วนระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ(feedback interface) นี้จะมีอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด (encoder or resolver) ซึ่งมีหน้าที่บันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่เพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังหน่วยประมวลผลกลางและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของชุดควบคุมเซอร์โว ซึ่งระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณนี้ไปคำนวณหาระยะทางในการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนต่อไป



รูปที่ 2.13 การควบคุมการขับเซอร์โว (อำนาจ ทองแสน,2544)

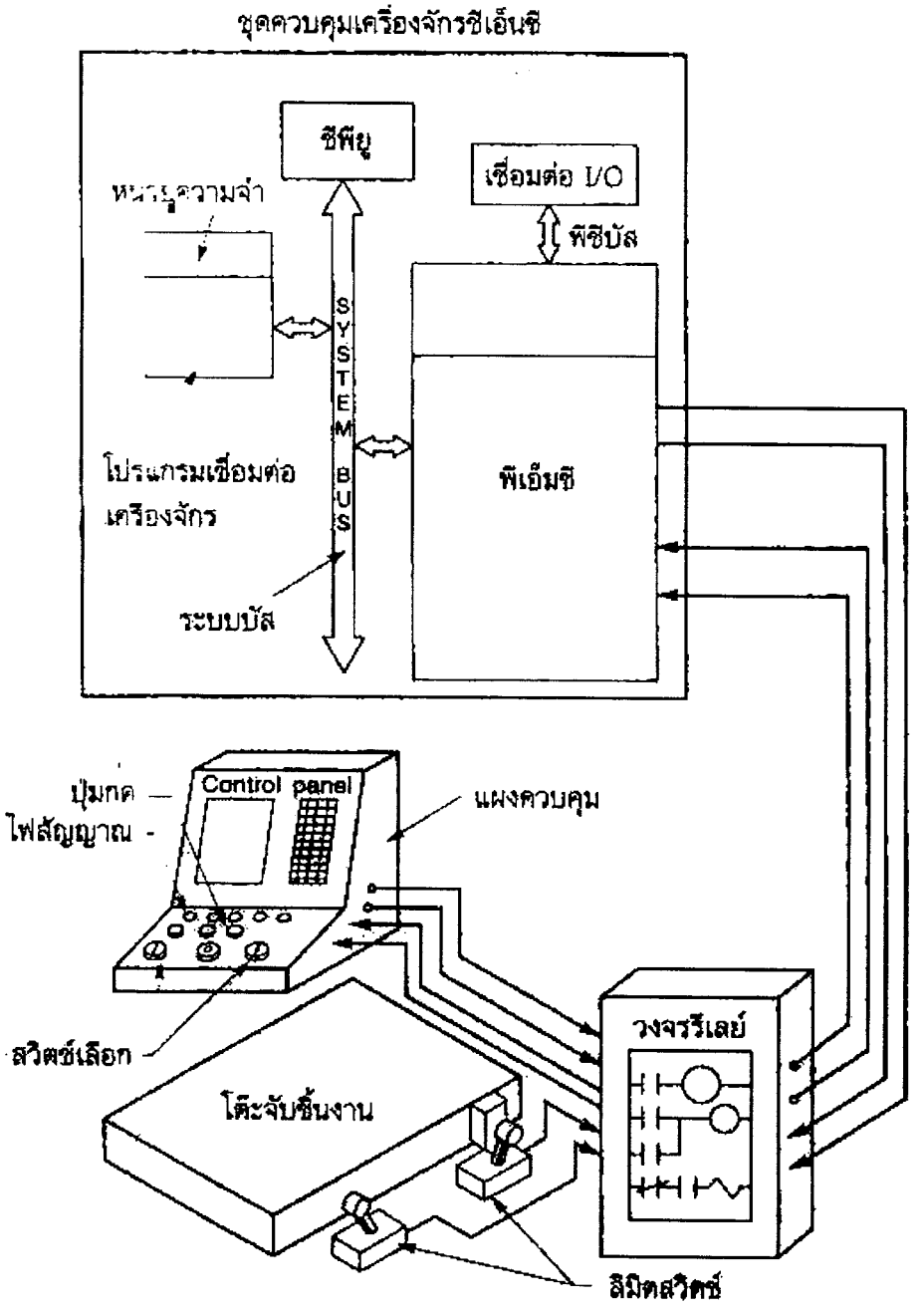
2.4.2.5 การควบคุมความเร็วรอบของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (spindle speed control) การควบคุมความเร็วรอบของการจับยึดเครื่องมือตัด ส่วนมากแล้วจะควบคุมด้วยคำสั่ง S ในโปรแกรมซีเอ็นซี แต่ในระบบควบคุมการขับเซอร์โว ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยระบบควบคุมความเร็วรอบของเพลาขับเคลื่อน เช่น การควบคุมความเร็วรอบของเพลาขับในระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ เป็นต้น ในระบบซีเอ็นซีบางครั้งจำเป็นจะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะล็อก (D/A converter)

ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณที่ใช้ควบคุมการหมุนของมอเตอร์จะเป็นสัญญาณแอนะล็อก แต่คอมพิวเตอร์ของระบบซีเอ็นซีจะส่งสัญญาณดิจิตอล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้

2.4.2.6 พีเอ็มซี (PMC : Programmable Machine Controller) การควบคุมสัญญาณที่ส่งไปเพื่อควบคุมระบบซีเอ็นซี สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ สัญญาณควบคุมตัวเลข(numerical control signals) และสัญญาณควบคุมลำดับ (sequence control signals) สัญญาณควบคุมตัวเลขจะใช้ควบคุมข้อมูลของตำแหน่ง (position data) ข้อมูลของความเร็ว (velocity data) ข้อมูลของการวางตำแหน่งเครื่องมือตัด (tool offset) ข้อมูลเกี่ยวกับการชดเชยรัศมีของเครื่องมือตัด (compensation data) และข้อมูลของค่าตัวแปรอื่นๆ ส่วนสัญญาณควบคุมลำดับนี้จะใช้ในการควบคุมลำดับขั้นการทำงานของเครื่องจักร โดยจะมีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตที่ส่งสัญญาณแบดิจิตอล

ส่วนการควบคุมในระบบซีเอ็นซีนั้นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ของคอมพิวเตอร์ร่วมกับหน่วยประมวลผลของพีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller)ซึ่งพีแอลซีหรือพีซี (PC : Programmable Control) เป็นระบบการควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีโดยใช้วิธีการเขียนโปรแกรมในลักษณะเช่นเดียวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และพีแอลซีที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีนี้จะเรียกว่า "พีเอ็มซี (PMC : Programmable Machine Controller)ซึ่งจะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับระบบระบบควบคุมต่อไปนี้คือ

- การเปลี่ยนเครื่องมือโดยอัตโนมัติ (automatic tool change)
- ควบคุมระบบน้ำหล่อเย็น (coolant control)
- เชื่อมต่อลิมิตสวิตช์ (limit switch interface)
- ควบคุมระบบจับยึดชิ้นงาน (clamping system control)
- เชื่อมต่ออินพุต/เอาต์พุตโปรแกรมซีเอ็นซี (NC I/O interface)
- การหยุดฉุกเฉิน (emergency stop)
- เชื่อมต่ออินพุต/เอาต์พุตกับเครื่องจักร (machine I/O interface)
- อื่นๆ

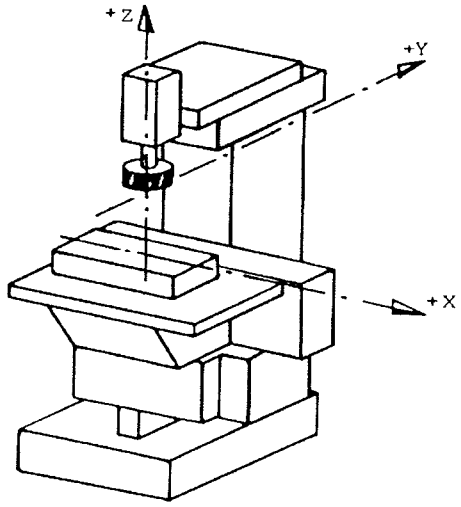


รูปที่ 2.14 การเชื่อมต่อพีเอ็มซีเข้ากับระบบควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี (อำนาจ ทอแสน,2544)

2.5 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักร

เครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีโดยทั่วไปมีหลักการพื้นฐานในการเคลื่อนที่ในลักษณะการผสมผสานกันของแนวแกน 2 แนวแกนคือ แนวแกนที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (linear motion) และแนวแกนที่เคลื่อนที่หมุน(rotary motion)

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง เครื่องจักรจะเคลื่อนที่เป็นตรงและจะขนานกับแนวแกนอ้างอิง ส่วนการเคลื่อนที่หมุนนั้น เครื่องจักรจะเคลื่อนที่หมุนรอบแนวแกนอ้างอิง ในการกำหนดแนวแกนเคลื่อนที่ของเครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีนั้นจะอาศัยระบบการวัดโคออดิเนตแบบ Cartesian Coordinate System ซึ่งประกอบด้วยแนวแกน 3 แนวแกน โดยที่แต่ละแนวแกนจะทำมุมฉากซึ่งกันและกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักร(อำนาจ ทองแสน,2544)

นอกจากนี้แล้ว เครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีบางชนิดก็จะมีแนวแกนป้อนและแนวแกนหมุนรวมกันอยู่หลายแนวแกน ซึ่งในการกำหนดแนวแกนของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีตามมาตรฐาน EIA-267-B (Electronic Industries Association) ได้กำหนดมาตรฐานของแนวแกนไว้ทั้งหมด 14 แนวแกน ประกอบด้วยแนวแกนที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง 9 แนวแกน แนวหมุนอีก 5 แนวแกน ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

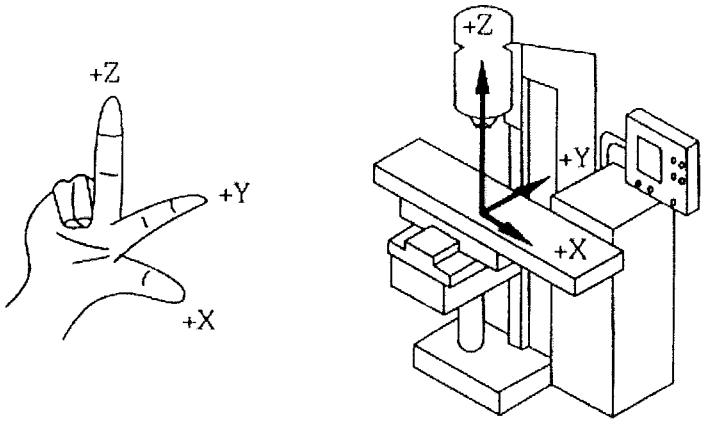
2.5.1 แนวแกนแรกที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (primary linear axes) เป็น 3 แนวแกนแรกที่มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง ซึ่งประกอบด้วยแนวแกน X,Yและแนวแกน Z โดยกำหนดแนวแกนบนเครื่องจักรซีเอ็นซีจะใช้กฎมือขวา คือนิ้วหัวแม่มือใช้แทนแนวแกน X นิ้วชี้ใช้แทนแนวแกน Y และนิ้วกลางใช้แทนแนวแกน Z ดังแสดงในรูปที่ 2.16

ในเครื่องจักรซีเอ็นซีบางชนิดอาจจะกำหนดแนวแกนป้อน 2 แนวแกน เช่น เครื่องกล ซึ่งประกอบด้วยแนวแกน X และแนวแกน Z โดยแนวแกน X จะถูกกำหนดให้เคลื่อนที่ในแนวขวาง ส่วนแนวแกน Z จะถูกกำหนดให้เคลื่อนที่ไปตามความยาวของชุดแท่นเลื่อน

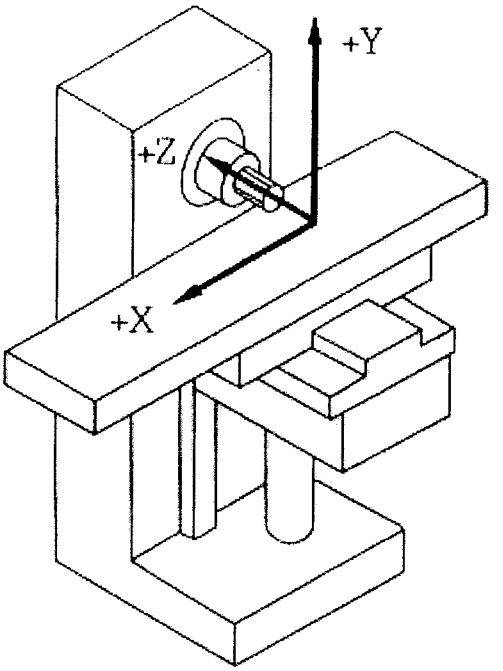
การเคลื่อนที่ในแนวแกนทั้ง 3 แนวแกนบนเครื่องจักรซีเอ็นซีนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการระบุทิศทางของการเคลื่อนที่ของแนวแกน ซึ่งโดยทั่งไปจะมีการกำหนด 2 ลักษณะคือ ทิศทางการเคลื่อนที่เป็นบวก(+)และทิศทางการเคลื่อนที่เป็นลบ(-)

การเคลื่อนที่ของแนวแกน Z จะกำหนดให้เป็นบวก(+Z) เมื่อเพลาเคลื่อนที่หรือเพลาจับเครื่องมือตัดขึ้นไปยังหัวเครื่องหรือถอยห่างจากชิ้นงาน และจะกำหนดให้เป็นลบ(-Z) เมื่อเพลาจับเครื่องมือตัดเคลื่อนที่เข้าหาชิ้นงาน

การเคลื่อนที่ของแนวแกน X จะถูกกำหนดให้เป็นบวก(+X) โดยอาศัยทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกนZ และอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางการเคลื่อนที่ของเพลาจับเครื่องมือตัดและทิศทางการเคลื่อนที่ของชิ้นงาน ยกตัวอย่างเช่น เครื่องกัดเพลาตั้ง (vertical Z axis) ค่า X จะเป็นบวกเมื่อเคลื่อนที่ไปทางขวาดัง (รูปที่2.16) ส่วนเครื่องกัดเพลานอน (horizontal Z axis) การกำหนดค่า X เป็นบวก ก็จะอาศัยความสัมพันธ์ของกฎมือขวา ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 การกำหนดแนวแกนของเครื่องกัดเพลาตั้ง (อำนาจ ทองแสน,2544)

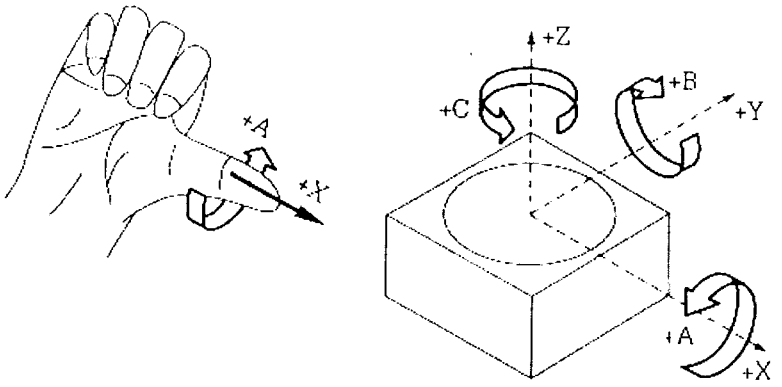


รูปที่ 2.17 การกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดเพลานอน (อำนาจ ทองแสน,2544)

ส่วนการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกน Y ให้เป็นบวกนั้น ก็ให้เป็นไปตามกฎมือขวาเช่นเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 2.16 และรูปที่ 2.17

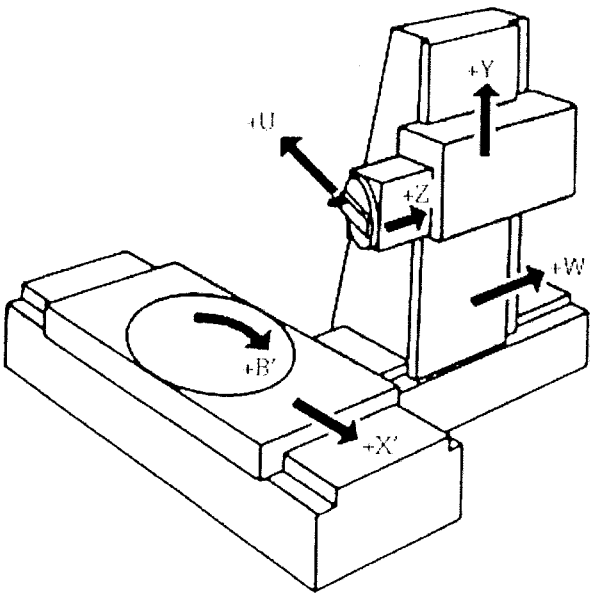
การตัดเฉือนชิ้นงานในระบบซีเอ็นซีนั้น เราสามารถเขียนโปรแกรมให้เครื่องมือตัดเคลื่อนที่หรือให้ชิ้นงาน(โต๊ะจับชิ้นงาน) เคลื่อนที่ก็ได้ ซึ่งโดยทั่วไปจะนิยมเขียนโปรแกรมให้เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ไปตามความยาวของชิ้นงาน

2.5.2 แนวแกนแรกที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกน (primary rotary axes) แนวแกนแรกที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกนจะใช้ระบุโดยอักษร A,B และ C โดยที่ A แทนการหมุนรอบแกน X,B แทนการหมุนรอบแกน Y และ C แทนการหมุนรอบแกน Z ส่วนการกำหนดทิศทางจะเป็นบวกเมื่อทวนเข็มนาฬิกา



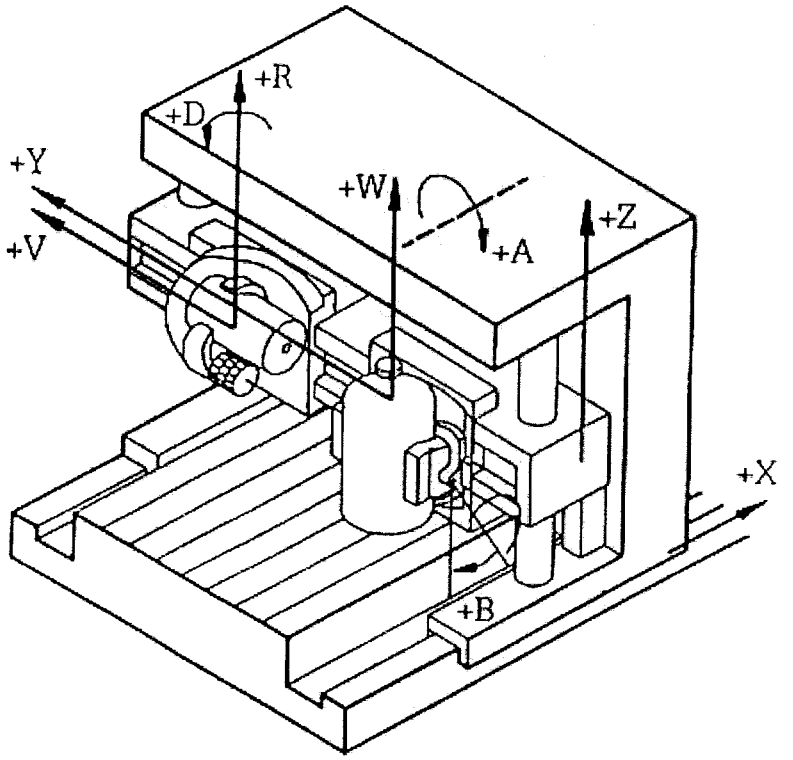
รูปที่ 2.18 การกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่หมุนรอบแนวแกน (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.5.3 แนวแกนที่สองที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (secondary linear axes) เครื่องจักรกลในระบบซีเอ็นซีบางชนิดได้มีการกำหนดแนวแกนที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงเพิ่มจาก 3 แนว.เกนแรก (X,Y,Z)โดยแนวแกนที่ 2 นี้ จะกำหนดด้วยอักษร U,V และ W ซึ่งมีทิศทางการเคลื่อนที่ขนานกับแนวแกนแรก กล่าวคือแนวแกน U จะเคลื่อนที่ขนานกับแนวแกน X, แนวแกน V จะเคลื่อนที่ขนานกับแนวแกน Y และแนวแกน W จะเคลื่อนที่ขนานกับแกน Z



รูปที่ 2.19 เครื่องกัดซีเอ็นซีที่กำหนดแนวแกนที่ 2 (U,W) (อำนาจ ทองแสน,2544)

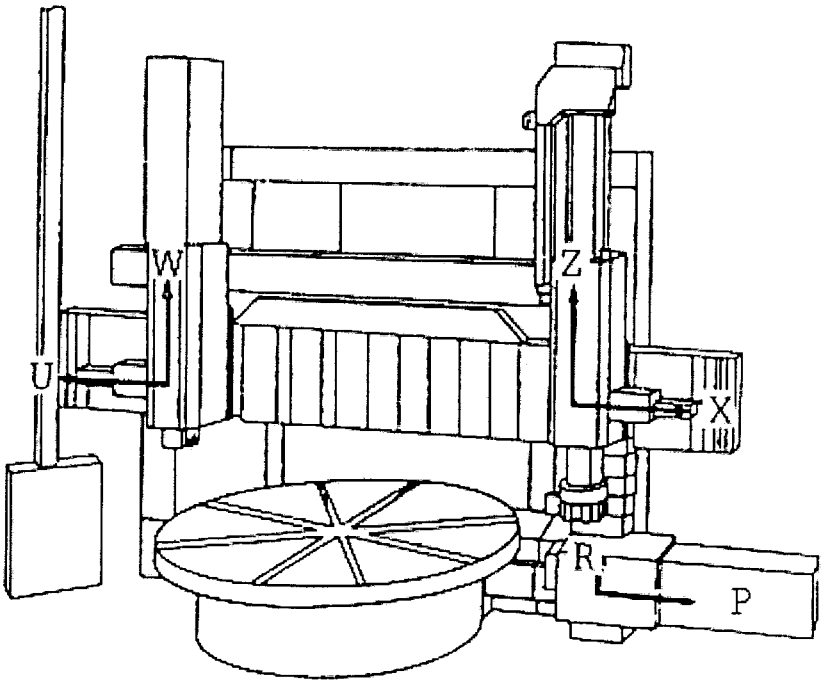
2.5.4 แนวแกนที่ 2 ที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกน (secondary rotary axes) การกำหนดแนวแกนที่ 2 ที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกนนี้จะกำหนดโดยใช้อักษร D และ E โดยที่แนวแกน D และ E นี้จะขนานกับแนวแกนแรกคือ แนวแกน A, B หรือแนวแกน C ยกตัวอย่างเครื่องจักรซีเอ็นซีที่กำหนดแนวแกนในลักษณะนี้ เช่น เครื่องกัดซีเอ็นซีชนิดของหัวกัดคู่(dual milling heads) ดังแสดงในรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 เครื่องกัดชนิด 2 หัวกัด (อำนาจ ทองแสน,2544)

จากรูปที่ 2.20 แนวแกน A และ B จะหมุนรอบแกน X และ Y ส่วนแนวแกนที่ 2 ที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกนคือแนวแกน D นั้นจะหมุนรอบแกน X ในบางกรณี D อาจจะถูกใช้ในการกำหนดอัตราป้อนที่ 2 (secondary feed) ส่วน R นั้นก็จะใช้กำหนดอัตราป้อนที่ 3 เช่นเดียวกัน

15 มี.ค. 2549
4840497
สำนักหอสมุด



รูปที่ 2.21 เครื่องกลึงซีเอ็นซีแนวตั้งแบบ 6 แกน (อำนาจ ทองแสน,2544)

2.5.5 แนวแกนที่ 3 ที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (tertiary lineare axes) เครื่องจักรซีเอ็นซีบางชนิดที่ใช้กับงานที่มีความสลับซับซ้อนมากๆ นั้นจะถูกออกแบบให้มีแนวแกนที่ 3 ที่ ,คลื่อนที่ในแนวเส้นตรงเพิ่มขึ้นอีก โดยที่แนวแกนที่ 3 นี้จะกำหนดด้วยตัวอักษร P, Q และ R และการเคลื่อนที่ก็จะขนานกับแนวแกนแรกคือแนวแกน X , Y และ Z

2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของระบบซีเอ็นซี

ข้อดีและข้อจำกัดของระบบซีเอ็นซีเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมีดังนี้

ข้อดี

1.มีความเที่ยงตรงสูงและได้ชิ้นงานที่มีความสม่ำเสมอ

2.ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ใช้เวลาน้อยลง

3.ค่าใช้จ่ายในการผลิตลดลง

4.ลดจำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

5.ไม่จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีทักษะและประสบการณ์สูงในการควบคุมเครื่องจักร ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

6.การตรวจสอบคุณภาพทำได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องตรวจคุณภาพทุกขั้นตอน

7.มีความคล่องตัวและความยืดหยุ่นในการทำงานสูง การแก้ไขหรือการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานทำได้โดยการแก้ไขโปรแกรมการสั่งงานเท่านั้น

8.ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องหรือการเปลี่ยนเครื่องมือ

ข้อจำกัด

1.เครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีมีราคาสูง ทำให้ค่าลงทุนในการผลิตช่วงต้น ๆ สูงตามไปด้วย

2.การบำรุงรักษายุ่งยากและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง

3.จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีความรู้และทักษะสูงในการเขียนโปรแกรม

4.จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมความรู้ให้กับคนงานในกรณีที่จะนำระบบซีเอ็นซีไปใช้ทดแทนเครื่องจักรกลแบบเดิม

2.7 หลักทั่วไปในการใช้ Mechanical Desktop

Mechanical Desktop นั้นมีความสามารถในตัวโปรแกรมเองอยู่หลายอย่างทั้งทางด้านการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิด (Parametric Solid Modeling) และแบบเนิร์บซ์เซอร์เฟส (NURBS Surface Modeling) ซึ่งทั้งสองแบบเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าซอฟท์แวร์ประเภทเดียวกันนี้ ซึ่งเป็นที่รู้จักโดยทั่วไปมีให้เลือกใช้กันอยู่หลายโปรแกรม อาทิ SolidWorks, Solid Edge, Autodesk Inventor, Pro/Engineer, Catia, Unigraphics และอื่นๆ อีกหลายโปรแกรม โดยทั่วไปแล้ว ซอฟท์แวร์ประเภทนี้มีหลักการทั่วไปในการใช้งานเหมือนๆกัน ดังนั้น หากเข้าใจหลักการใช้งานซอฟท์แวร์ตัวใดตัวหนึ่งแล้ว ก็จะสามารถใช้ซอฟท์แวร์ตัวอื่นๆ ได้ไม่ยากนัก เพียงแต่การศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมของซอฟท์แวร์นั้นอีกเล็กน้อยก็สามารถใช้งานพื้นฐานได้ในเวลาอันสั้น

ในการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติในเครื่องคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะใช้ซอฟท์แวร์พาราเมตริกตัวใด สามารถแยกวิธีการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติออกเป็น 2 วิธีคือ Parametric Solid Modeling และ NURBS Surface Modeling การขึ้นรูปด้วยวิธี Parametric Solid Modeling มีข้อได้เปรียบคือ การขึ้นรูปโมเดลง่ายและรวดเร็ว สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปทรงได้อย่างสะดวก สามารถใช้ตัวแปรหรือสมการมาควบคุมขนาดของโมเดล สามารถหาปริมาตรและมวลของวัตถุ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือมีความสามารถในการขึ้นรูปโมเดลที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอซึ่งมีส่วนโค้งส่วนเว้าที่ซับซ้อนได้ค่อนข้างยาก แต่ในปัจจุบัน ซอฟท์แวร์พาราเมตริกโซลิดหลายตัวสามารถสร้างโซลิดที่โค้งเว้าที่ซับซ้อนได้ในระดับหนึ่ง รวมทั้ง Mechanical Desktop นี้ด้วย ส่วนการขึ้นรูปด้วย Surface Modeling มีข้อได้เปรียบคือ สามารถขึ้นรูปโมเดล 3 มิติที่มีพื้นผิวที่ไม่สม่ำเสมอได้ดี การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้มีแต่พื้นผิว (Surface) จึงไม่สามารถหาปริมาตรของวัตถุเพื่อคำนวณน้ำหนักได้ ยกเว้นซอฟท์แวร์ 3D บางตัวที่สามารถหาปริมาตรเซอร์เฟสแบบปิด อาทิ เช่น Rhinoceros 3D เป็นต้น ดังนั้น ก่อนที่จะเริ่มสร้างวัตถุ 3 มิติ จะต้องพิจารณารูปทรงและสภาพของพื้นผิวของโมเดล 3 มิติที่ต้องการสร้างเสียก่อน จึงจะสามารถเลือกวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมกับโมเดล 3 มิตินั้น

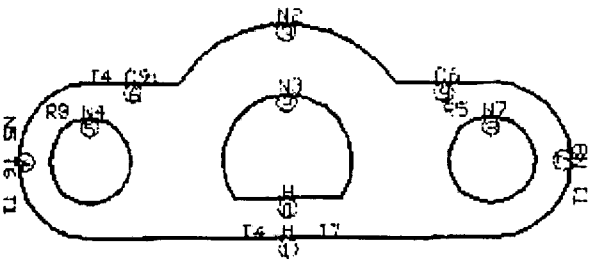
ใน Mechanical Desktop นิยมสร้างโมเดลหรือพาร์ทต่างๆ ด้วยวิธีพาราเมตริกโซลิด โดยจะเริ่มสร้างโมเดล 3 มิติด้วยวิธีนี้ ควรที่จะทำความเข้าใจในหลักการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติแบบพาราเมตริกโซลิดเสียก่อน โดยมีหลักการทั่วไปดังต่อไปนี้

2.7.1 กำหนดระนาบสเกทส์(Sketch plane)เพื่อใช้สำหรับเขียนหน้าตัด(Profile)2มิติของพาร์ทที่ต้องการ โดยใช้คำสั่ง Part > New Sketch Plane แล้วกำหนดทิศทางการหันเหของระนาบใน 3 มิติ โดยทั่วไป ระนาบเริ่มต้นที่นิยมใช้ในการเริ่มสร้างพาร์ทนิยมใช้ระนาบด้านบน(Top View)XY หรือระนาบด้านหน้า(Front View)XZ หรือระนาบด้านข้าง(Side View)YZเท่านั้น

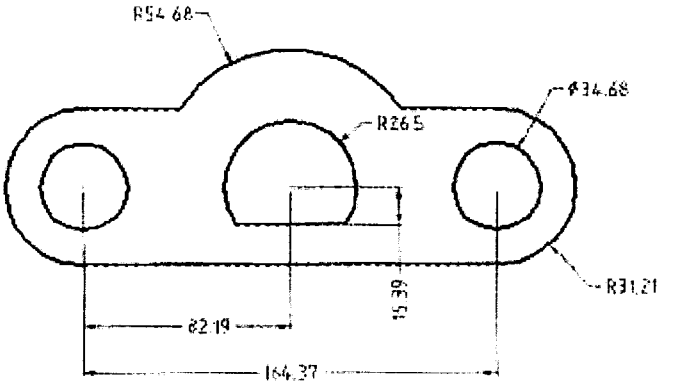
2.7.2 ใช้คำสั่งพื้นฐานของAuto CAD เขียนหน้าตัด 2 มิติของสเกทช์ อาทิ เช่น Line,Pline,Arc,Cricle,Rectang,Polygon อาจต้องใช้คำสั่งในการแก้ไขช่วยในการสร้างหน้าตัดของสเกทช์ด้วย อาทิ Trim,Extend,Fillet,Chamfer,Move,Copy,Rotate และอื่นๆ ตามเหมาะสม

2..7.3 แปลงหน้าตัด 2 มิติให้เป็นสเกทช์(Sketch)ด้วยคำสั่ง Part > Sketch Solving> Single ในกรณีที่หน้าตัด 2 มิติเป็นวัตถุชิ้นเดียว อาทิ เช่น Cricle,Rectang,Ellipse.Polygon เป็นต้น หรือใช้คำสั่ง Part > Sketch Soliving > Profile ในกรณีที่หน้าตัด 2 มิติเป็นวัตถุหลายชิ้นไม่ได้เป็นวัตถุชิ้นเดียวกัน

2.7.4 บังคับ(Constrain)สเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part > 2D > Constraints > ... บังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part > Dimensioning > New Dimension

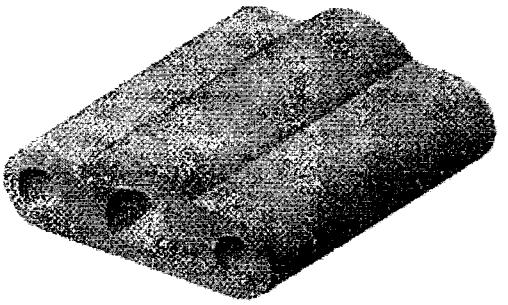


รูปที่ 2.22 การบังคับสเกทช์ด้วยรูปขนาด(Dimension Constrain) (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)

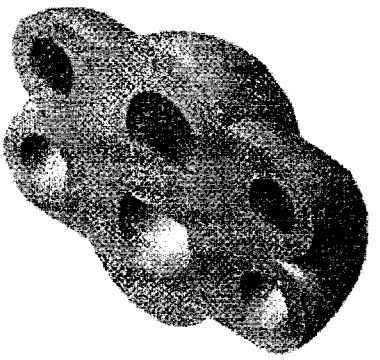


รูปที่ 2.23 การบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constrain) (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)

2.7.5 แปลง(Sketch)ให้เป็นฟีเจอร์ของพาร์ท 3 มิติ โดยใช้คำสั่ง Part > Sketched Features >... แล้วเลือก Extrude (เพิ่มความหนา),Revolve(หมุน),Sweep(กวาด)หรือLoft(ลอฟท์) ซึ่งจะเลือกใช้คำสั่งใดแล้วแต่กรณี ฟีเจอร์แรก ที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นเบสฟีเจอร์(Base Feature)ของพาร์ท 3 มิติในทันที

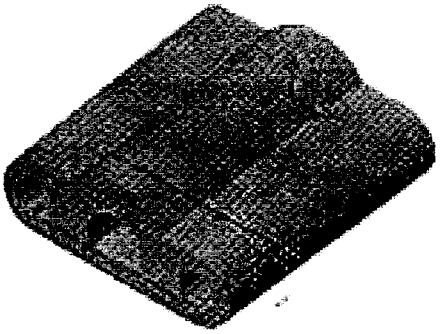


รูปที่ 2.24 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Extrude (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)

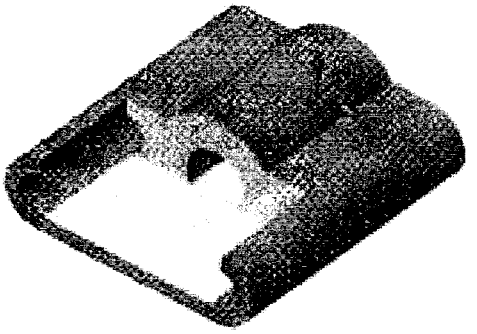


รูปที่ 2.25 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Revolve (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)

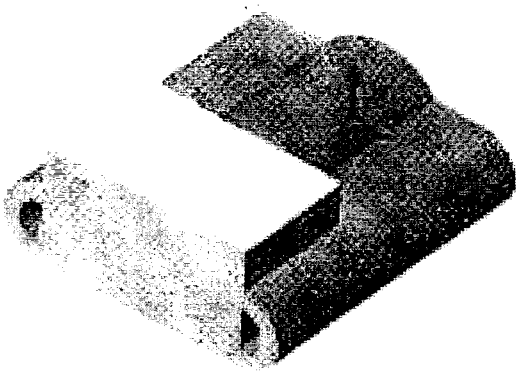
2.7.6 เริ่มเขียนฟีเจอร์เพิ่มเติมให้กับเบสฟีเจอร์(Base Feature)ซึ่งอาจนำฟีเจอร์ใหม่ไปรวมกับฟีเจอร์เดิม(Join) หรืออาจจะนำฟีเจอร์ใหม่ไปหักลบออกจากฟีเจอร์เดิม(Cut)หรือจะนำฟีเจอร์ใหม่ไปตัดกับฟีเจอร์เดิม(Intersect)หรืออาจจะสร้างพาร์ทใหม่โดยใช้ฟีเจอร์ใหม่แบ่งฟีเจอร์เดิม (Split) แต่ก่อนที่จะสามารถสร้างฟีเจอร์ใหม่นั้น หากหน้าตัดสเกทช์ใหม่ไม่อยู่บนระนาบสเกทช์เดิม เราจะต้องสร้างสเกทช์ใหม่ด้วย PartNew Sketch Plane เพื่อกำหนดทิศทางการหันเหและตำแหน่งของระนาบสเกทช์ เพื่อที่จะสามารถเขียนหน้าตัดสเกทช์ให้อยู่ในตำแหน่งและทิศทางตามที่เราต้องการ



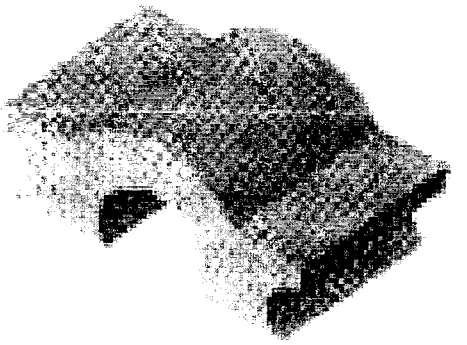
รูปที่ 2.26 เขียนหน้าตัดสเกทช์สี่เหลี่ยมผืนผ้าเพิ่มเติม (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)



รูปที่ 2.27 ฟีเจอร์ Extrude และเลือก Cut (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)



รูปที่ 2.28 ฟีเจอร์ Extrude และเลือก Join (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)



รูปที่ 2.29 ฟีเจอร์ Extrude และเลือก Intersect (ภานุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)

2.7.7 ย้อนกลับไปทำข้อ 2 ถึง 6 วนต่อไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้รูปทรงของพาร์ทหรือชิ้นส่วน 3 มิติที่เราต้องการ

2.8 เริ่มต้นกับโปรแกรม hyperMILL

เริ่มต้นกับโปรแกรม hyperMILL จะกล่าวถึงระบบการทำงานขั้นพื้นฐานของโปรแกรม เพื่อผู้ใช้งานได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานเบื้องต้นและโครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรม รวมทั้งเมนูต่าง ๆ ก่อนที่จะเริ่มต้นใช้โปรแกรม hyperMILL

2.8.1 ระบบการทำงานของโปรแกรม hyperMILL

โปรแกรม hyperMILL เป็นซอฟต์แวร์ในระบบ CAM (Computer Aided Manufacturing) ซึ่งจะทำงานร่วมกับโปรแกรม Auto CADหรือ Mechanical Desktopบนระบบปฏิบัติการ Windows (toll path) และสร้างรหัสตัวเลข , ตัวอักษร (NC-CODE) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร CNC สำหรับงานในอุตสาหกรรมแม่พิมพ์และอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วน โดยโปรมแกรม hyperMILL ต้องอาศัยข้อมูลจากซอฟต์แวร์ระบบ CAD (Computer Aided Design) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณ

2.8.2 ความสัมพันธ์กับโปรแกรม Auto CAD

หลังจากติดตั้งโปรแกรม hyperMILL บนหน้าจอของโปรแกรม AutoCAD หรือ Mechanical Desktop โดยอัตโนมัติ

ในการทำงานซึ่งโปแกรม hyperMILL จะทำงานอยู่บนโปรแกรม Mechanical Desktop ดั้งนั้น โปรแกรมทั้งสองจึงมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันดังนี้

2.8.2ก โปรแกรม hyperMILL จำเป็นต้องใช้ข้อมูลของชิ้นงานในระบบ CAD (Computer Aided Design) ที่สร้างจากโปรแกรม AutoCAD, Mechanical Desktop หรือ ที่แปลงมาจากโปรแกรม CAD ยี่ห้ออื่นด้วนโปรแกรม IGES

2.8.2ข หารมีการบันทึกด้วยคำสั่ง SAVE ในโปรแกรม Mechanical Desktop โปรแกรมกัดงานและค่าพารามิเตอร์ที่ใช้กัดงานต่าง ๆ ที่ถูกสร้างจากโปรแกรม hyperMILL จะถูกบันทึกพร้อมกันไปด้วย

2.8.2ค โปรแกรม hyperMILL กำหนดพิกัดตำแหน่ง X, Y และ Z สำหรับจุดศูนย์ของชิ้นงานเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่ง UCS ของโปรแกรม Mechanical Desktop

2.8.2ง หากมีการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม hyperMILL ผู้ใช้งานจะสังเกตเห็นเครื่องหมายแสดงจุดศูนย์ชิ้นงานของโปรแกรม ณ ตำแหน่ง UCS ของโปรแกรม Mechanical Desktop

2.8.2จ ขณะใช้งานโปรแกรม hyperMILL หากต้องแก้ไขรูปชิ้นงาน ผู้ใช้ต้องออกจากโปรแกรม hyperMILL ก่อน เพื่อมาแก้ไขในชิ้นงานในโปรแกรม Mechanical Desktop

2.8.3 ลักษณะข้อมูลจากระบบ CAD

โปรแกรม hyperMILL สามารถรับข้อมูลของชิ้นงานจากระบบ CAD เพื่อใช้ในการคำนวณสร้างเส้นทางเดินของมีดกัดได้ 2 วิธีได้แก่

2.8.3ก ชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรม Auto CAD และ Mechanical Desktop

- เส้น 2D Wireframe – Line, Polyline, Cricle, Arc, Ellipse และ Spline จากโปรแกรม AutoCAD

- วัตถุ 3D Solids และ 3D Surface ที่สร้างจากโปรแกรม AutoCAD

- เส้น3D Wireframe – 3D Polyline จากโปรแกรม AutoCAD, 3D Projected จากโปรแกรม Mechanical Desktop

- วัตถุ 3D Parametric Solid Modeling - วัตถุทรงตันรูปเลขาคณิตที่สร้างจากโปรแกรม Mechanical Desktop ซึ่งมีคุณสมบัติ Parametric ที่สามารถแก้ไขขนาดของวัตถุ 3 มิติได้

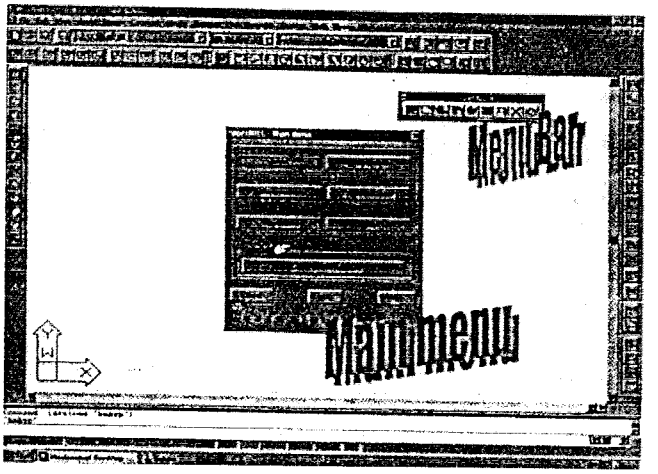
- วัตถุ 3D Surface Modeling – วัตถุพื้นผิวจากโปรแกรม Mechanical Desktop ที่มีคุณสมบัติเป็น NURBS Surface(Non Unifrom Rational B-Spline) ซึ่งเหมะกับงานที่มีพื้นผิวโค้งไม่จำกัดรูปร่างหรือที่เรียกว่า "พื้นผิว Free-from"

2.8.3ข ชิ้นงานที่แปลงข้อมูลเข้ามาสู่โปรแกรม Mechanical Desktop

ชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรมระบบ CAD ยี่ห้ออื่น เช่น Unigraphic, Catia, Mastercam ฯลฯ แต่ก่อนที่จะใช้งานร่วมกับโปรแกรม hyperMILL ได้จะต้องผ่านการแปลงข้อมูลของชิ้นงานนั้นให้เข้ามาทำงานบนโปรแกรม Mechanical Desktop โดยการใช้โปรแกรม IGES (Initial Graphics Exchange Specification) ที่เป็นโปรแกรมมาตรฐานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางกราฟิกระหว่างซอฟต์แวร์

2.8.4 โครงสร้างของเมนูโปรแกรม hyperMILL

โปรแกรม hyperMILL มีเมนูอยู่ 2 ชนิดคือ เมนูหลัก (Main menu) และเมนูบาร์ (Menu bar) โดยเมนูทั้ง 2 มีหน้าที่สำหรับให้ผู้ใช้งานเลือกใช้ไอคอนคำสั่งต่าง ๆ ของโปรแกรมมาใช้งาน ซึ่งเมนูทั้ง 2 มีการทำงานเหมือนกันแต่จะแตกต่างกันที่รูปร่างเท่านั้น



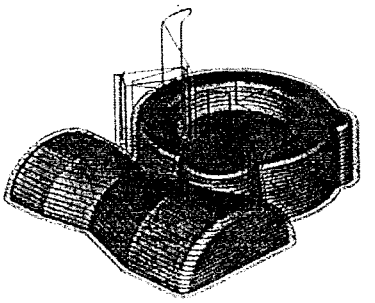
รูปที่ 2.30 โครงสร้างของเมนูโปรแกรม hyperMILL (พันธ์ธิติ วรรณโกมล, 2543)

2.9 โปรแกรมกัดงานในระบบ 3 แกน(3D Machining Cycles)

หลักการทำงานของโปรแกรม CAD/CAM ในระบบ 3 มิติหรือ 3 แกนคือ โปรแกรมจะสร้างเส้นทางเดินมีดกัดเดินกัดตามรูปร่างผิวชิ้นงานพร้อม ๆ กันทั้ง 3 แกน(X,Y,Z) ดังนั้นจึงสามารถกัดชิ้นงาน 3 มิติ ที่มีพื้นผิวรูปร่างโค้งมนหรือที่เรียกว่า "Complex Surface" ได้

2.9.1 โปรแกรม 3D Z-Level-Finishing

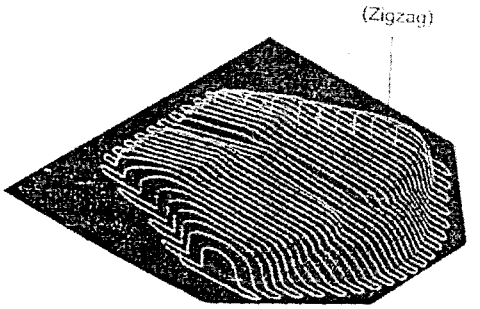
โปรแกรม 3D Z-Level-Finishing มีลักษณะการเดินกัดตามรูปร่างของพื้นผิวของชิ้นงานลงเป็นชั้น ๆ ทีละชั้นตามค่าความลึก (Vertical stepdown) ในแนวแกน Z ที่กำหนดโยผู้ใช้งาน แต่โปรแกรม 3D Z-Level-Finishing ไม่เหมาะสำหรับการกัดละเอียดในบริเวณที่พื้นผิวราบหรืออยู่ในแนวระนาบเพราะจะทำให้รูปร่างผิวของงานจะไม่สมบูรณ์มากนักแต่โปรแกรมนี้เหมาะสำหรับการกัดละเอียดบริเวณพื้นผิวที่มีความสูงชันลักษณะพื้นผิวของงานที่ได้จะมีคุณภาพดี



รูปที่ 2.31 แสดงการเดินกัดชิ้นงานตามระดับความลึกในแนวแกน Z (พันธ์ธิติ วรรณโกมล, 2543)

2.9.2 โปรแกรม 3D Finishing

โปรแกรม 3D Finishingมีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานแบบกลับไปกลับมา (Zigzag) ตามรูปร่างพื้นผิวของงานภายในบริเวณเส้นขอบเขตที่กำหนดโดยมีระยะห่างแต่ละแนวเส้นทางเดินมีดกัดตามระยะ Horizontal stepover ที่กำหนดส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรม 3D Finishing เป็นโปรแกรมกัดชิ้นงานโปรแกรมสุดท้ายในการทำงานของการกัดงานระบบ 3 มิติหรือเรียกว่า "โปรแกรมกัดละเอียด"



รูปที่ 2.32 แสดงการกัดชิ้นงานแบบกลับไปกลับมา (พันธ์ธิติ วรรณโกมล, 2543)

2.9.3 โปรแกรม 3D Free path-milling

โปรแกรม 3D Free path-milling เป็นโปรแกรมการกัดชิ้นงานตามเส้น Contour ที่ผู้ใช้งานเลือกการทำงานขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำหรับการเดินกัดเก็บตามขอบชิ้นงาน ซึ่งสามารถใช้กับเส้น 2D/3D Polyline, Spline, วงกลม และวงรี โดยสามารถใช้เส้น Contour ทั้งแบบเปิดหรือแบบปิดก็ได้

2.9.4 โปรแกรม 3D Automatic-Rest

3D Automatic-Rest เป็นโปรแกรมที่กำหนดให้มีดกัดเดินกัดเก็บเฉพาะเนื้อของวัสดุที่เหลือเท่านั้น หมายถึง กรณีที่มีดกัดมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณพื้นที่บางส่วนของชิ้นงาน

2.9.5 โปรมแกรม 3D Pencil-Milling

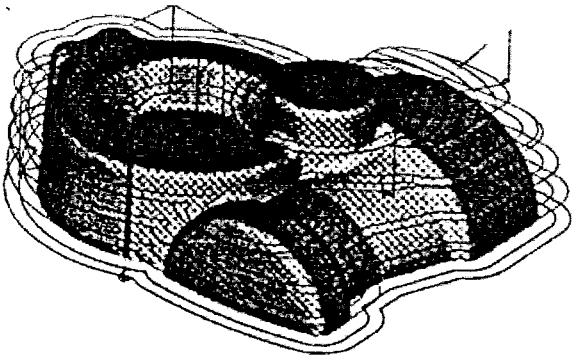
3D pencil-Milling เป็นโปรแกรมที่กำหนดให้มีดกัดเก็บเฉพาะเนื้อของวัสดุตามร่องของพื้นผิวชนิด Fillet Surface โดยมีลักษณะการทำงานคล้ายกับโปรแกรม 3D automatic-Rest แตกต่างกันที่โปรแกรม 3D Pencil-Milling จะเดินกินตามแนวร่องเพียงแนวเดียวซึ่งไม่มีการกำหนดค่า Horizontal stepover

2.9.6 โปรแกรม 3D ISO-Machining

โปรแกรม 3D ISO-Machining เป็นการสร้างเส้นทางเดินมีดกัดบนพื้นผิวที่ผู้ใช้งานเลือก ซึ่งจะไม่เดินกัดทั่วทั้งชิ้นงาน โดยมีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานแบบกัดชิ้นงานแบบกลับไปกลับมา ตามแนวเส้น U หรือ V lines ของพื้นผิวและมีระยะห่างของแต่ละแนวเส้นทางเดินมีดกัดตามระยะ Horizontal stepover ที่กำหนด

2.9.7 โปรแกรม 3D Cast-Offset-Roughing

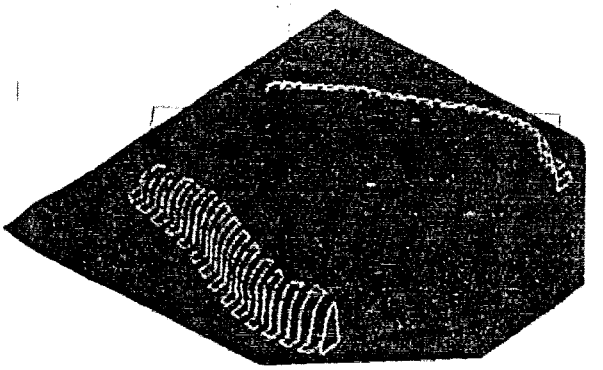
โปรแกรม 3D Cast-Offset-Roughing เป็นโปรแกรมการกัดหยาบที่มีการทำงานคล้ายกับโปรแกรม 3D Z-Level-Roughing แต่มีลักษณะพิเศษคือจะเดินกัดตามรูปร่างพื้นผิวของชิ้นงานเท่านั้น ซึ่งแหมาะสำหรับชิ้นงานหล่อที่มีการหล่อให้มีขนาดรอบตัวเกินกว่าขนาดจริงของชิ้นงาน หรือค่าเผื่อรอบตัว (Stock thickness) โดยที่เส้นทางเดินของมีดกัดที่สร้างขึ้นจะกัดขึ้นตามค่าเผื่อรอบตัวที่กำหนดไว้เท่านั้น แต่โปรแกรม 3D z-Level-Roughing จะเดินกัดตามรูปร่างของเส้นขอบที่กำหนด



รูปที่ 2.33 แสดงการเดินกัดตามรูปร่างพื้นผิวของชิ้นงาน (พันธ์ธิติ วรรณโกมล, 2543)

2.9.8 โปรแกรม 3D-Optimized-Finishing

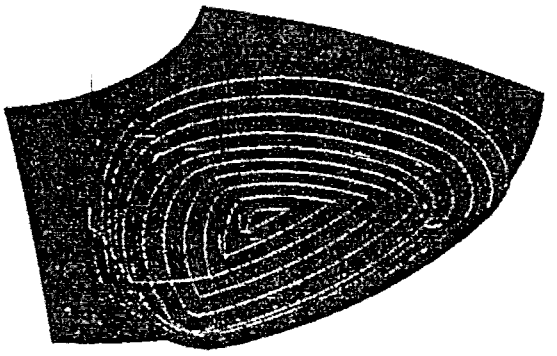
โปรแกรม 3D-Optimized-Finishing เป็นโปรแกรมกัดงานที่เดินกัดชิ้นงานเฉพะบริเวณพื้นผิวที่มีความชันด้วยการนำข้อมูลจากโปรแกรม 3Dfinishing ก่อนหน้าหรือเรียกว่า"โปรแกรมอ้างอิง (Reference job)" โดยจะพิจารณาโปรแกรม 3D Finishing ก่อนหน้าที่ผู้ใช้งานเลือกว่ามีผิวที่มีลักษณะสูงชันบริเวณใดที่มีดที่มีดกัดไม่สามารถกัดได้หรือกัดได้ไม่ทั่วทั้งพื้นที่



รูปที่ 2.34 แสดงการเดินกัดชิ้นงานเฉพาะบริเวณพื้นผิวที่มีความชัน (พันธ์ธิติ วรรณโกมล, 2543)

2.9.9 โปรแกรม 3D True-Scallop

โปรแกรม 3D True-Scallop เป็นโปรแกรมการกัดละเอียดที่มีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานขนานกับเส้น Curve ที่กำหนดโดยมีลักษณะพิเศษ คือ การรักษาระยะห่างของค่า Horizontal stepover (3D stepover on surface) ที่กำหนดให้คงที่หรือมีค่าเท่ากันตลอดทั้งพื้นผิวไม่ว่าพื้นผิวนั้นจะมีความชันหรือไม่ก็ตาม ทำให้พื้นผิวที่ได้มีความเรียบเสมอกันทั้งหมด (Cutter load) ของมีดกัดหรือเครื่องจักรในขณะเดินกัดบริเวณพื้นผิวที่มีความชันสูงได้อีกด้วย



รูปที่ 2.35 แสดงการเดินกัดชิ้นงานขนานกับเส้น Curve