

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคอมพิวเตอร์

การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ (Computer Numerical Control : CNC) เป็นระบบการควบคุมคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษรด้วยคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักรเก็บข้อมูลหรือช่วยในการป้อนข้อมูลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรม

ในปัจจุบันเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีนี้สามารถทำการป้อนข้อมูลทางมือได้ ทำให้เราสามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขโปรแกรมได้สะดวก หรือถ้าต้องการแทรกข้อมูล การให้ขนาดใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบ การเปลี่ยนความเร็วตัดและอัตราการป้อนก็สามารถทำได้โดยง่าย

2.2 หลักการและเทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM

ในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาระบบอัตโนมัติมาใช้มากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมการผลิต ตัวอย่างเช่น การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ การนำเอาเครื่องจักรกลอัตโนมัติมาช่วยในการผลิตและตรวจสอบคุณภาพเป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ช่วยทำให้การนำเอาผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่ตลาดผู้บริโภคเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพเพิ่มศักยภาพในการแข่งขัน รวมทั้งเป็นการสร้างภาพลักษณ์ ในการเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยทำให้เกิดความเชื่อมั่นแก่ลูกค้าและผู้บริโภคในอันที่จะได้รับสินค้าที่มีคุณภาพทัดเทียมกับผู้ประกอบการชั้นนำอื่นๆ ทั่วโลก ซึ่งเทคโนโลยีที่นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบและการผลิตมีชื่อเรียกว่าเทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM (อำนาจ ทองเสน, 2542)

และทุกวันนี้เทคโนโลยีทางด้าน CAD/CAM ได้กลายเป็นเทคโนโลยีพื้นฐานที่เกือบทุกโรงงานอุตสาหกรรมได้นำมาใช้เพื่อพัฒนาขีดความสามารถในการทำงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น แต่ปัญหาที่พบก็คือการขาดแคลนบุคลากรที่จะเป็นผู้ใช้เทคโนโลยีดังกล่าว ดังนั้นการฝึกอบรมอย่างมีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำให้บุคลากรขององค์กรนั้นๆ กลายเป็นผู้มีความรู้ความสามารถที่จะนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบและเขียนแบบ มีชื่อเรียกว่า CAD ย่อมาจากคำว่า Computer Aided Design and Drafting ในกระบวนการของ CAD นอกจากจะเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบแล้วยังรวมการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการดัดแปลง การวิเคราะห์

และหาหนทางที่ดีที่สุดสำหรับการออกแบบ โดยรวม CAD จะต้องมีส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยฮาร์ดแวร์ของ CAD นอกจากจะประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงแล้วยังต้องมีจอกราฟิก และอุปกรณ์รับข้อมูล เช่น เมาส์ ดิจิไทเซอร์ ฯลฯ

ส่วนซอฟต์แวร์ของ CAD นั้นจะเป็นโปรแกรม สำหรับสร้างภาพกราฟิกและโปรแกรมช่วยงาน ต่างๆ เช่น โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง เช่น finite element analysis ซึ่งเราอาจเรียกส่วนนี้ว่า "คอมพิวเตอร์ช่วยในงานวิศวกรรม (Computer aided engineering)"

2.3.1 โดยทั่วไปเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับงาน 3 ประเภท คือ

2.3.1.1 งานเขียนแบบ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนแบบ เป็นการนำ CAD Technology มาใช้กันอย่างกว้างขวางมากเพราะสามารถใช้ได้กับงานเขียนแบบทุกสาขา ซึ่ง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีให้เลือกใช้มีทั้งที่สามารถใช้ได้กับงานทุกประเภท และผลิตมาให้ใช้เฉพาะงาน แต่ละสาขา ลักษณะของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะเป็นโปรแกรมที่มีคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการ เขียนแบบอย่างครบ

2.3.1.2 งานเขียนวัตถุ 3 มิติ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับงานเขียนวัตถุ 3 มิติ หมายถึงการเขียนวัตถุ 3 มิติที่แท้จริงขึ้นมาในคอมพิวเตอร์ ซึ่งวัตถุ 3 มิติเหล่านี้จะเป็นแบบจำลองที่เป็น ตัวแทนทางความคิดของผู้ออกแบบที่ต้องการให้สิ่งที่ออกแบบไว้ปรากฏเป็นรูปธรรมมากที่สุด ลักษณะ ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะเป็นโปรแกรมที่มีคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างและแก้ไข รวมทั้ง การแสดงผลรูปทรง 3 มิติอย่างครบครัน เพียงแต่ผู้ใช้ต้องประยุกต์ใช้เพื่อให้สอดคล้องกับงานของแต่ละ คนที่มีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปวัตถุ 3 มิติจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ วัตถุ 3 มิติที่มีแต่เส้นโครง- ร้าง วัตถุ 3 มิติที่เป็นทรงตัน และวัตถุ 3 มิติที่เป็นพื้นผิว

2.3.1.3 งานทางด้านสร้างภาพเหมือนจริงทั้งแบบภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวโดยทั่วไป การเขียนวัตถุ 3 มิติจะเป็นงานทางวิศวกรรมที่ต้องการผลลัพธ์เป็นรูปร่างลักษณะตามจุดประสงค์ในการ ใช้งานเท่านั้น แต่สำหรับงานทางศิลปกรรมมีความต้องการมากไปกว่านั้น คือ ต้องการแสดงผลให้วัตถุ 3 มิติมีความเหมือนจริงมากที่สุดทั้งในด้านรูปร่าง สีของวัสดุที่ใช้ ลักษณะของพื้นผิวของวัสดุรวมทั้ง สภาพแวดล้อมต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าทางความรู้สึกและช่วยให้จินตนาการของลูกค้า และผู้ออกแบบมี ความสอดคล้องกัน ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยงานด้านนี้จึงมีคำสั่งให้ผู้ใช้สามารถกำหนดวัสดุ และลักษณะของพื้นผิวรวมทั้งการจัดการสภาพแวดล้อมให้ผสมกลมกลืนกัน จนสิ่งที่เกิดขึ้นแทบแยกไม่ ออกว่าเป็นภาพถ่ายจากของจริงหรือภาพที่เกิดจากการสร้างสรรค์ของคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยัง สามารถทำให้วัตถุ 3 มิติเหล่านี้มีการเคลื่อนไหวไปมาเหมือนของจริงได้อีกด้วย

2.3.2 กระบวนการออกแบบในระบบเดิม

ก่อนที่จะพิจารณาใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบ ลองพิจารณาขั้นตอนการออกแบบ ซึ่งแต่เดิมมักจะทำตามขั้นตอนดังนี้

2.3.2.1 พิจารณาความต้องการแล้วนิยามปัญหา : ต้องการออกแบบอะไร ลักษณะเป็นอย่างไร จะออกแบบอย่างไรจึงจะได้สินค้าตามความต้องการ

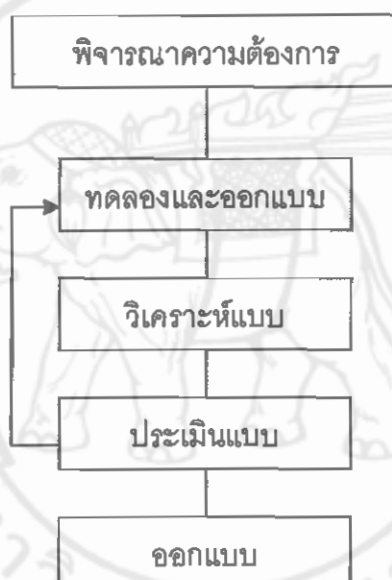
2.3.2.2 ทดลองออกแบบ : ลองร่างแบบคร่าวๆ หลายๆ แบบเพื่อใช้พิจารณา

2.3.2.3 วิเคราะห์แบบ : ลองวิเคราะห์แบบแต่ละแบบที่ออกมาว่ามีข้อดีข้อเสียอย่างไร

2.3.2.4 ประเมินแบบที่ได้ : ประเมินว่าแบบที่ลองออกมานั้น แบบใดมีความเหมาะสม หากไม่มีแบบใดเหมาะสมก็จะกลับไปออกแบบใหม่

2.3.2.5 ลองแบบเพื่อนำไปใช้งาน : เป็นขั้นตอนสุดท้าย คือ การทำแบบที่ได้ให้อยู่ในสภาพที่จะนำไปใช้งานต่อไป

ขั้นตอนเหล่านี้หากลองเขียนเป็นลำดับขั้นตอนก็จะดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการออกแบบในระบบเดิม

การออกแบบดังที่กล่าวมานี้ โดยปกติมักเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างช้าช้าและเปลืองเวลามาก ทั้งนี้เป็นเพราะหลังจากที่ทราบปัญหา หรือมีแนวทางที่จะออกแบบแล้ว ก็จะต้องลองออกแบบ เช่น การออกแบบสินค้าชนิดหนึ่ง สมมติว่าเป็นรถเข็นเด็ก ก็จะต้องออกแบบแต่ละส่วนแล้วนำกลับมารวมกัน โดยการออกแบบนี้จะลองออกแบบหลายๆ แบบ จากนั้นก็ต้องนำแบบไปวิเคราะห์ ทั้งนี้โดยอาจพิจารณาด้วยสายตาหรืออาจต้องมีการคำนวณแบบ ถ้าหากเป็นการคำนวณ เช่น คำนวณว่าสามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุดเท่าใด มีแรงกดกระทำที่ตำแหน่งใดเป็นเท่าใด ก็จะเสียเวลามาก และถ้าหากต้องคำนวณหลายๆ แบบก็จะเสียเวลามากขึ้น เมื่อหาแบบที่ดีที่สุดได้แล้วก็อาจลองประเมินแบบดู ซึ่งผลที่ได้

อาจออกมาว่ามีบางสิ่งบางอย่างที่ไม่เหมาะสม ก็อาจต้องออกแบบใหม่ ซึ่งงานเหล่านี้เป็นงานซ้ำซากที่อาจลดขั้นตอนได้โดยใช้คอมพิวเตอร์ (อำนาจ ทองเสน ,2542)

2.3.3 กระบวนการออกแบบในระบบ CAD

การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบอาจแยกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

2.3.3.1 การออกแบบรูปทรงเรขาคณิต (Geometric Modeling)

2.3.3.2 การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Engineering Analysis)

2.3.3.3 การตรวจและประเมินแบบ (Design Review and Evaluation)

2.3.3.4 การวาดภาพอัตโนมัติ (Automated Drafting)



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

2.4 จุดมุ่งหมายของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

2.4.1 เพื่อเพิ่มผลผลิต : โดยการลดงานให้แก่ผู้ออกแบบ ซึ่งแต่เดิมต้องทำตั้งแต่จินตนาการออกแบบ วิเคราะห์แบบ ดัดแปลงแก้ไข เขียนแบบและให้รายละเอียด ซึ่งงานเหล่านี้เมื่อนำคอมพิวเตอร์ไปช่วยนอกจากจะทำให้เพิ่มผลผลิต ประหยัดเวลาแล้ว ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายลงอีกด้วย

2.4.2 เพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับงาน : เนื่องจากสามารถทำการวิเคราะห์แบบได้โดยใช้โปรแกรมมาช่วยอำนวยความสะดวก เช่น โปรแกรมวิเคราะห์โครงสร้าง อีกทั้งการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยนี้ ยังสามารถทำให้ทดลองกับแบบได้หลายลักษณะ ทำให้สามารถเลือกแบบที่ดีที่สุดได้

2.4.3 เพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลผิดพลาด เนื่องจากระบบ CAD นอกจากจะให้ภาพที่ชัดเจนแล้วความละเอียดที่มีเกี่ยวกับสิ่งที่ออกแบบไม่ว่าจะเป็นขนาดหรือลักษณะ ทำให้การใช้รูปแบบข้อมูลมีความถูกต้องสูง การนำข้อมูลนี้ไปใช้กับงานอื่นๆ ก็สามารถทำได้สะดวก

2.4.4 เป็นการสร้างฐานข้อมูลสำหรับงานอุตสาหกรรม โดยปกติ CAD จะใช้ร่วมกับ CAM ดังนั้น การส่งผ่านข้อมูลจะทำได้สะดวก ไม่จำเป็นต้องใส่ข้อมูลเข้าไปใหม่อีก การใช้งานอื่นๆ เช่น การคำนวณค่าวัสดุ ฯลฯ ก็จะได้สะดวกขึ้นด้วย (อำนาจ ทองแสน, 2542)

2.5 คอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต

2.5.1 คอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต

สำหรับการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิตนั้นมีชื่อเรียกว่า CAM ย่อมาจากคำว่า Computer Aided Manufacturing เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยงานผลิต เป็นเครื่องมือทางวิศวกรรมที่ใช้สำหรับสร้างทางเดินของเครื่องมือตัดที่ควบคุมด้วยเครื่องจักร CNC (computer numerical control) โดยการสร้างโปรแกรม NC (numerical control) นั้นจะอาศัยรูปทรงเรขาคณิตจากโปรแกรมช่วยออกแบบ (CAD)

โดยทั่วไปเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการทำงานของเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ได้แก่ เครื่องกัดอัตโนมัติ เครื่องกลึงอัตโนมัติ เครื่องตัดด้วยลวดอัตโนมัติ เป็นต้น ตามปกติเครื่องจักรกลอัตโนมัติจะทำงานตามคำสั่งที่เขียนไว้ในชุดคำสั่งหรือที่เรียกว่า NC Program ซึ่งชุดคำสั่งเหล่านี้จะประกอบไปด้วยคำสั่งที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด ให้ตัดตามงานที่ต้องการทั้งรูปร่างและขนาด คำสั่งในการเปิดปิดอุปกรณ์ช่วยงานในส่วนอื่นๆ เช่น ป้อนน้ำหล่อเย็น SPINDLE เป็นต้น แต่เดิมผู้ควบคุมเครื่องจักรหรือช่างเทคนิคจะเป็นผู้เขียนโปรแกรมเหล่านี้ด้วยตนเองซึ่งนอกจากจะทำให้เสียเวลาในการทำงานเป็นอย่างมากแล้ว ยังอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้หากผู้เขียนโปรแกรมอ่านแบบผิดหรือเขียนโปรแกรมผิดโดยไม่เจตนา หรือในบางกรณีอาจเป็นไปได้เลยที่มนุษย์จะเขียนโปรแกรมเองโดยเฉพาะเส้น ทางเดินของเครื่องมือตัดที่ตัดงานเป็นรูป 3 มิติ ดังนั้นเพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว จึงมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยงานดังกล่าว โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทนี้จะสามารถสร้าง NC Program ที่ต้องการจากวัตถุ 3 มิติที่สร้างไว้แล้วก่อนหน้านี้

CAM เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยจัดการกับกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยอาจควบคุมตั้งแต่การวางแผนจนกระทั่งจัดการหลังการผลิต ซึ่งกระบวนการของ CAM อาจแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ

2.5.1.1 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตโดยตรง เป็นลักษณะการใช้คอมพิวเตอร์ในงานตรวจสอบ โดยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้เชื่อมโยงกับกระบวนการผลิตนี้ จะทำหน้าที่ตรวจสอบกระบวนการผลิตหรือเก็บข้อมูลจากกระบวนการผลิต การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อทำการผลิตสินค้าโดยตรงโดยการนำข้อมูลจากระบบ CAD มาช่วยในการควบคุมการผลิต เช่น เครื่องกัดที่ทำงานโดยอาศัยคำสั่งเชิงตัวเลข (numerical control machine)

2.5.1.2 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิตทางข้อม งานลักษณะนี้เป็นงานที่สนับสนุนการผลิต ซึ่งไม่เชื่อมระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง แต่อาจจะเป็นการนำข้อมูลมาประมวลผล สรุป วางแผน เช่น งานเกี่ยวกับการวางแผน การจัดการเกี่ยวกับการจัดซื้อวัตถุดิบ การจัดการในโรงงาน เป็นต้น

การใช้ CAD และ CAM หากจะใช้ให้ได้ผลเต็มที่แล้วจะต้องสามารถส่งข้อมูลถึงกันและกันได้ โดยข้อมูลที่ออกแบบโดย CAD ซึ่งเป็นข้อมูลในลักษณะรูปภาพ กราฟิก สามารถนำไปใช้ในการผลิตชิ้นงานซึ่งมีขนาดและลักษณะเหมือนกับรูปร่างที่ออกแบบไว้ใน CAD ทุกประการ

2.5.2 ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

โปรแกรม NC (NC Programming) การเขียนโปรแกรม NC นั้น เป็นการสร้างข้อมูลของตำแหน่งเครื่องมือตัด (tool path) ในการเดินตัดบนเครื่องจักร CNC โดยโปรแกรม NC สามารถจำลองเพื่อตรวจสอบทางเดินของเครื่องมือตัดว่าถูกต้องหรือไม่

2.6 ระบบ CAD/CAM ในงานอุตสาหกรรม

งานอุตสาหกรรมเป็นงานที่ต้องมีการแข่งขัน ผู้จะอยู่ในแนวหน้าได้จะต้องมีการผลิตสินค้าออกมาทันความต้องการของตลาด สินค้าต้องมีคุณภาพดีและราคาถูกกระบวนการผลิตทันสมัย การประยุกต์ใช้ CAD/CAM เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้การผลิตสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของการนำ CAD/CAM เข้ามาช่วยในการผลิตสินค้า

ส่วนของระบบ CAD/CAM ที่เข้ามาช่วยคือ ในส่วน CAD ช่วยในการออกแบบวิเคราะห์แบบ แล้วจึงวาดภาพอัตโนมัติ จากนั้นข้อมูลจากนั้นข้อมูลจาก CAD จะถูกส่งไปยังระบบ CAM เพื่อวางแผนการผลิตและให้ข้อมูลในการสั่งซื้อวัสดุ รวมทั้งวางแผนการผลิต การวางแผนการใช้วัสดุ แล้วจึงเริ่มผลิตโดย CAM จะไปช่วยในการควบคุมเครื่องจักรในการผลิตตัดควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เมื่อได้สินค้าแล้วก็จะตรวจสอบคุณภาพซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตรวจสอบคุณภาพจะมีความถูกต้องและแม่นยำสูง

กระบวนการตั้งแต่การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ (CAD) การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต (CAM) การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการวางแผนการผลิต (computer aided process planning : sCAPP) การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตรวจสอบคุณภาพ (computer aided quality control : CAQ) เราเรียกว่า “การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ร่วมกับการผลิต (computer integrated manufacturing : CIM)” (อำนาจ ทองแสน, 2542)

2.7 หลักการและเทคโนโลยี CNC

ในปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มีการพัฒนา และขยายตัวอย่างรวดเร็วมีการนำเข้าเครื่องกล และอุปกรณ์ที่ทันสมัยจากต่างประเทศเพื่อช่วยเพิ่มการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งก็เป็นไปตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่มีอัตราการขยายตัวที่สูงมากผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นมามีทั้งจำหน่ายภายในประเทศ และส่งออกไปยังต่างประเทศทำให้ผลิตภัณฑ์ต้องได้ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เช่น มาตรฐานสากล ISO (International Standardization Organization) หรือ ตามมาตรฐานของเยอรมัน DIN (Deutsche Industrial Norm) แต่ในความเป็นจริงเรายังขาดบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ ที่จะรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่นำมาใช้ในระบบการผลิต

การพัฒนาทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาไปอย่างมาก การผลิตไมโครชิพสามารถผลิตให้มีขนาดเล็กลง แต่ประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้นการนำไมโครชิพไปใช้งานที่สำคัญอย่างหนึ่งได้แก่การใช้เป็นส่วนประกอบสำคัญของเครื่องคอมพิวเตอร์เช่น ใช้เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นหน่วยความจำ (RAM&ROM) ยุคแรกที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้จะเน้นหนักไปทางด้านการจัดเก็บและบันทึกข้อมูล และการคำนวณขั้นพื้นฐาน ในระยะหลังได้มีการพัฒนาขีดความสามารถในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ดีขึ้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงขึ้นเช่น การออกแบบชิ้นส่วนและสร้างโปรแกรมสำหรับผลิตชิ้นงาน ในภายหลังได้มีการเขียนโปรแกรมสำหรับช่วยในการผลิตชิ้นงานด้วยเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบเชิงตัวเลขขึ้นมา เครื่องจักรที่ใช้ระบบการควบคุมแบบเชิงตัวเลขนี้เรียกกันทั่วไปว่า “เครื่องจักรซีเอ็นซี” (CNC Machine)

เครื่องจักรซีเอ็นซีเป็นเครื่องจักรที่ทำงานอย่างอัตโนมัติสามารถผลิตชิ้นงานที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือรูปทรงบ่อยๆ ได้ดีเพราะสามารถแก้ไขข้อมูลต่างๆ โดยตรงที่โปรแกรมดังนั้นจึงเหมาะกับชิ้นงานต้นแบบหรือผลิตชิ้นงานในระบบสายงานการผลิตที่มีกำลังการผลิตปานกลาง ซึ่งเหมาะสมกับอุตสาหกรรมขนาดกลาง การรับส่งข้อมูลสำหรับการทำงานของเครื่องจักร สามารถผ่านตัวกลางส่งสัญญาณต่างๆ เช่น แถบกระดาษเจาะรู (Paper Punched Tape) เทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) และผ่าน Micro Floppy Disk หรือจะป้อนข้อมูลโดยตรงที่แป้นพิมพ์ของแผงควบคุม (Key Board) ก็ได้ แต่ก่อนที่จะส่งข้อมูลเพื่อให้เครื่องจักรทำงานจำเป็นต้องมีการสร้างโปรแกรมการทำงานตามลำดับมาก่อนแล้วทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นพร้อมกับแก้ไขให้ถูกต้อง ทำให้ลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรลง

เครื่องจักร CNC แต่ละเครื่องนั้นผลิตมาจากหลายบริษัท ซึ่งก็ใช้เทคโนโลยีที่บริษัทตนเป็นคนคิดค้นขึ้นมา ทำให้มีลักษณะการสั่งงานเป็นแบบเฉพาะเหนือไปจากคำสั่งมาตรฐานทั่วไป (อำนาจ ทองแสน, 2542)

2.8 ซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์ (CNC Machining Center)

ซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์ เป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก อาทิ เช่น การเจาะ คว้าน การขึ้นรูป 3 มิติ ซึ่งจริงๆ แล้ว ซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์ ก็คือ เครื่องกัดซีเอ็นซี นั่นเองเพียงแต่ว่า ซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์ มีอุปกรณ์ช่วยในการเปลี่ยนมีดอัตโนมัติ หรือเรียกว่า ATC (Automatic tool changer) ทำให้การทำงานสะดวกรวดเร็วมากขึ้น เพราะสำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซีธรรมดาอาจต้องการเปลี่ยนมีดต้องทำการหยุดเครื่องและทำการเปลี่ยนมีดซึ่งในการผลิตบางชนิด เช่น เลื่อยสับ เลื่อยเกียร์ ต้องมีการเปลี่ยนมีดหลายครั้งทำให้ไม่สะดวกในการทำงาน รายละเอียดของซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์มีดังต่อไปนี้

2.8.1 ความหมายของคำว่า "ซีเอ็นซี" (CNC)

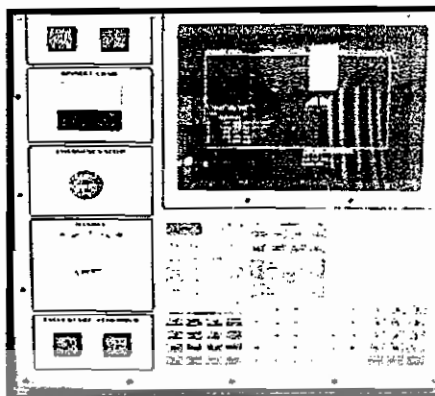
"คำว่า ซีเอ็นซี ย่อมาจากคำว่า Computer Numerical Control" ซึ่งสามารถแปลตามศัพท์ได้ คือ การควบคุมเชิงตัวเลขด้วยคอมพิวเตอร์

ดังนั้น ซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์ ก็คือ การควบคุมเครื่องกัดที่มีระบบเปลี่ยนมีดอัตโนมัติด้วยระบบคอมพิวเตอร์ (52, ชนะ รักศิริ, 2547)

2.8.2 ส่วนประกอบของซีเอ็นซี แมชชีนนึงเซนเตอร์ มีองค์ประกอบหลักๆ 2 องค์ประกอบซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.8.2.1 ระบบควบคุมซีเอ็นซี จะทำการรับคำสั่งจากผู้ใช้โดยทางโปรแกรมจากนั้นจะส่งคำสั่งไปให้กับชุดเคลื่อนที่ และส่วนการทำงานอื่นๆ ให้ทำงานสัมพันธ์กับคำสั่งในโปรแกรมที่ผู้ใช้เป็นคนป้อนข้อมูล โดยชุดควบคุมจะมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

2.8.2.2 ชุดติดต่อกับผู้ใช้ (Man Machine Interface) ในส่วนนี้จะรวมไปถึงจอภาพ แป้นพิมพ์ ปุ่มสวิทช์ควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น ความเร็วตัด ความเร็วรอบ หน้าทีของชุดติดต่อกับผู้ใช้ คือ ทำให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้ และเครื่องจักรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรายงานสถานะการทำงานต่างๆ เช่น ตำแหน่งของแกน ความเร็วเดินของโต๊ะ ความเร็วรอบของการหมุนของมีดตัดเฉือน ให้ผู้ใช้ได้ทราบขณะทำงาน



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างของชุดควบคุม

2.8.2.3 ชุดควบคุมหรือหน่วยควบคุมเครื่องจักร จำทำหน้าที่ในการรับและจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ที่รับมาจากชุดติดต่อกับผู้ใช้ แล้วทำการแปลงข้อมูลเหล่านั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อส่งให้กับส่วนต่างๆ เช่น ชุดขับเคลื่อนแกน (Servo Motor) ชุดเปลี่ยนมีดอัตโนมัติโดยภายในส่วนนี้จะมีส่วนประกอบหลักๆ คือส่วนคำนวณ หรือไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) หน่วยความจำชุดขับเคลื่อนและสปีนเดิล (Driver) ชุด PCL ควบคุมขั้นตอนการทำงาน (ชนะ รักษศิริ, 2547)



รูปที่ 2.4 แสดงส่วนคำนวณ (Microprocessor)(53, ชนะ รักษศิริ, 2547)

2.8.3 ตัวเครื่องจักร ตัวเครื่องจักรมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

2.8.3.1 แท่นเครื่อง (Machine Bed) เป็นโครงสร้างหลักของเครื่อง เพื่อรองรับชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักร

2.8.3.2 หมอนรอง (Saddle) ใช้ต่อจากแท่นเครื่อง เพื่อติดตั้งแกนการเคลื่อนที่อื่น

2.8.3.3 โต๊ะ (Table) ใช้สำหรับวางชิ้นงานที่ต้องการจะทำการขึ้นรูป

2.8.3.4 เสา (Column) ใช้สำหรับติดตั้งชุดเคลื่อนที่สปีนเดิล พร้อมทั้งเป็นตัวกำหนดความสูงของชิ้นงานมากที่สุดที่จะสามารถขึ้นรูปได้

2.8.3.5 ชุดสปินเดิล (Spindle) ใช้สำหรับติดตั้งมอเตอร์กับสปินเดิล และชุดจับยึดมีดตัด

2.8.3.6 ชุดขับเคลื่อนการเคลื่อนที่ต่างๆประกอบด้วย

- เซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) มีหน้าที่คำสั่งทางไฟฟ้าจากชุดควบคุมมาแปลงเป็นการเคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งนั้นๆ

- ชุดรายงานตำแหน่ง (Position Feedback) มีหน้าที่อ่านตำแหน่งของแกนการเคลื่อนที่ต่างๆ แล้วส่งค่ากลับไปให้กับชุดควบคุม โดยทั่วไปจะใช้เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder) หรือ ลีเนียร์สเกล (Scale)

- รางนำทาง (Guide Way หรือ Slide Way) เป็นชุดประกอบให้แกนการเคลื่อนที่ เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงและให้ความแข็งแรงของโต๊ะของชุดสปินเดิลขณะขึ้นรูปชิ้นงาน

- บอลสกรู เป็นอุปกรณ์ที่แปลงการเคลื่อนที่เชิงมุมจากเซอร์โวมอเตอร์ไปเป็นการเคลื่อนที่

2.8.3.7 อุปกรณ์เปลี่ยนมีดอัตโนมัติ (Automatic Tool Changer) ใช้ในการเปลี่ยนมีดอัตโนมัติ โดยจะประกอบด้วย

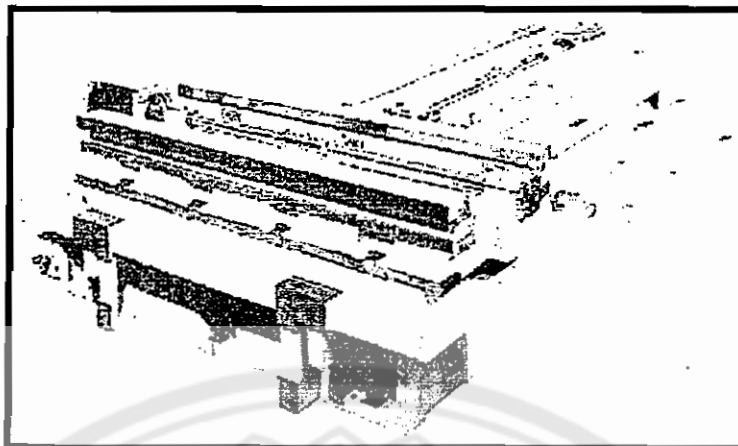
- ชุดเก็บมีด (Tool Magazine) มีหน้าที่เก็บมีดที่เราจะใช้งานในการผลิตโดยเราสามารถเขียนโปรแกรมเรียกมีดเหล่านั้นมาใช้ตามตำแหน่งที่มีดเก็บอยู่ที่ชุดเก็บมีดอยู่ที่ชุดเก็บมีดตำแหน่งนั้นๆ ซึ่งยังสามารถแยกออกเป็นแบบไว้และจานหมุน

- แขนเปลี่ยนมีด ทำหน้าที่เปลี่ยนมีดจากสปินเดิลกับชุดเก็บมีด

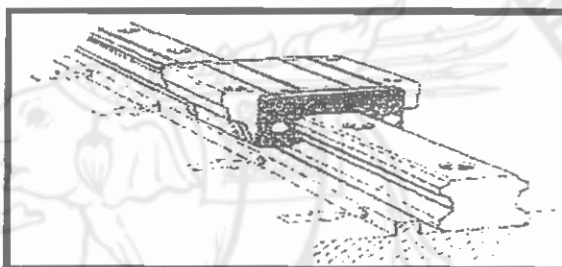
2.8.3.8 อุปกรณ์เสริมอื่นๆ

- ชุดทิ้งเศษจากการตัดเฉือน (Chip Conveyor) ทำหน้าที่ลำเลียงเศษวัสดุที่เกิดจากการตัดเฉือนออกจากเครื่องจักร

- ชุดเปลี่ยนโต๊ะขึ้นงาน (Pellet Changer) ทำหน้าที่เปลี่ยนโต๊ะออกจากเครื่องเมื่อทำการผลิตเสร็จแล้วนำโต๊ะใหม่ที่มีวัตถุดิบเข้าทำการผลิตต่อ เพื่อช่วยในการประหยัดเวลาการนำชิ้นงานเข้าออก



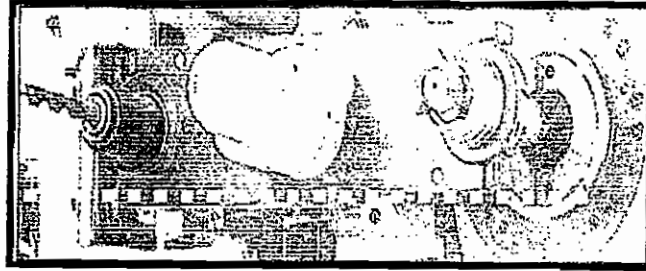
รูปที่ 2.5 แสดงส่วนเคลื่อนที่ของตัวเครื่องจักร (54, ชนะ รักษศิริ, 2547)



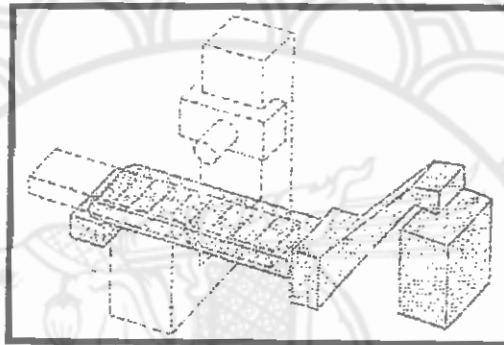
รูปที่ 2.6 แสดงส่วนรางนำทาง (54, ชนะ รักษศิริ, 2547)



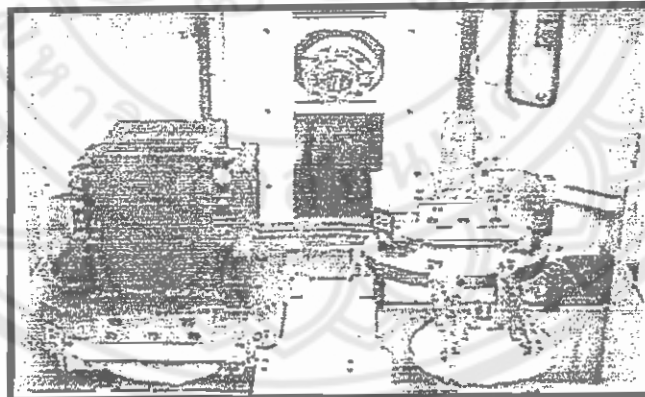
รูปที่ 2.7 แสดงส่วนชุดเก็บมีด (Tool Magazine) (55, ชนะ รักษศิริ, 2547)



รูปที่ 2.8 แสดงส่วนแขนที่เปลี่ยนมิด (55, ชนะ รักษศิริ, 2547)



รูปที่ 2.9 แสดงชุดทิ้งเศษจากการตัดเฉือน (Clip Conveyor) (55, ชนะ รักษศิริ, 2547)

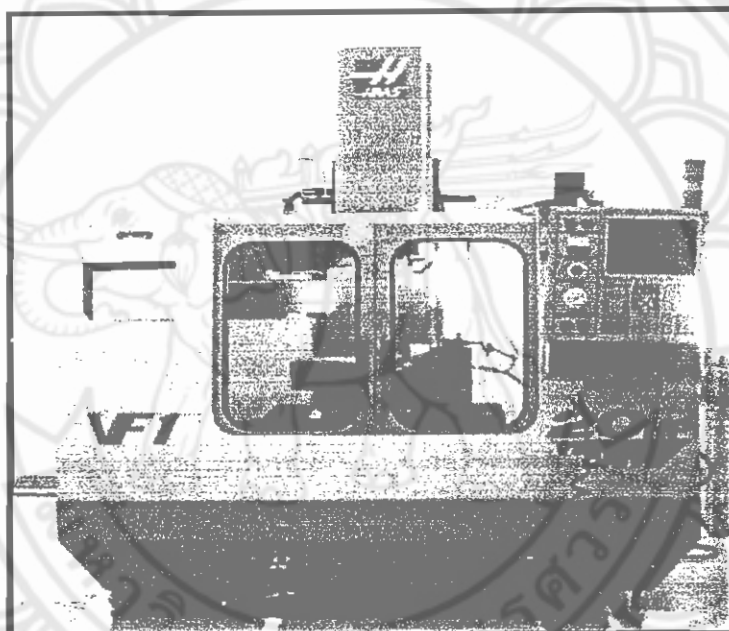


รูปที่ 2.10 แสดงชุดเปลี่ยนโต๊ะทำงาน (Pallet Changer) (55, ชนะ รักษศิริ, 2547)

2.9 ประเภทของเครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์

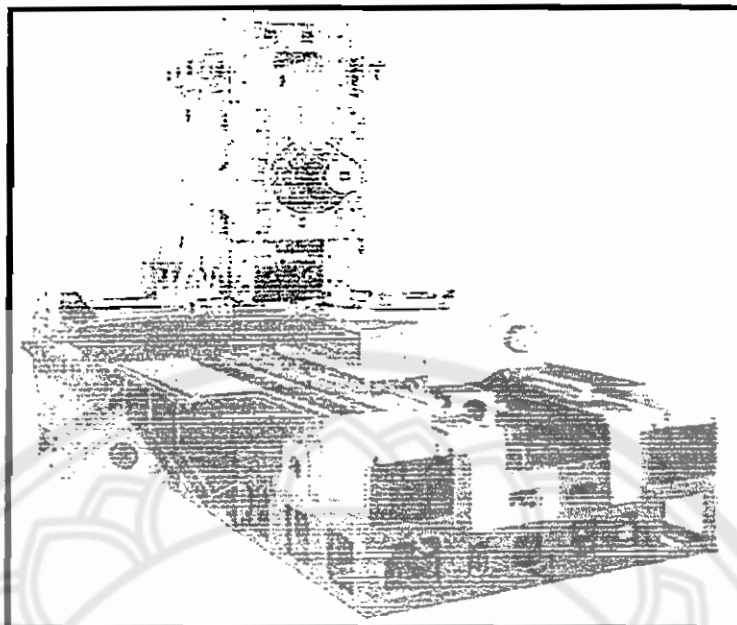
เครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์ และเครื่องกัด สามารถแยกตามทิศทางของแกน ของการติดตั้งสปินเดิลได้เป็นแบบแนวตั้ง (Vertical Machining Center) หรือ HMC ข้อดีของแบบแนวนอน คือ ไม่สะสมความร้อนที่ชิ้นงาน เศษโลหะจะตกลงพื้นไม่สะสมอยู่บนผิวชิ้นงาน ที่อาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน เศษโลหะจะตกลงพื้นมาสะสมอยู่บนชิ้นงาน ที่อาจทำให้เกิดรอยขีดข่วนบนชิ้นงานได้

2.9.1 เครื่องกัดแนวตั้ง เครื่องกัดแนวตั้ง มีโคออร์ดิเนต Z ในแนวตั้ง และระนาบ XY ในแนวนอน หรือบนระนาบของโต๊ะวางชิ้นงาน โดยมีแกน X เป็นการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา แกน Y เป็นการเคลื่อนที่เข้า-ออก แกน Z เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นลงของทูลเมื่อเทียบกับชิ้นงาน แกน A เป็นการเลื่อนหมุนรอบแกน X และแกน B เป็นแกนเคลื่อนที่หมุนรอบแกน Y



รูปที่ 2.11 เครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์แนวตั้ง (VMC)

2.9.2 เครื่องกัดแนวนอน เครื่องกัดแนวนอน มีโคออร์ดิเนต Z ในแนวนอน ทิศทางบวกชี้เข้าหาสปินเดิลซึ่งติดตั้งอยู่ในแนวนอน โดยมีแกน X เป็นการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวา แกน Y เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นลง และแกน Z เป็นการเคลื่อนที่เข้า-ออกของทูลเมื่อเทียบกับชิ้นงาน



รูปที่ 2.12 เครื่องแมชชีนนิ่งเซนเตอร์แนวนอน (HMC) (55, ชนะ รัชศิริ, 2547)

2.9.3 เครื่องกัดแนวตั้งและแนวนอน เครื่องกัดและแมชชีนนิ่งเซนเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนตำแหน่ง มีชื่อเรียกเครื่องประเภทนี้ว่า ยูนิเวอร์ซัลมิลลิ่งแมชชีน (Universal Milling Machine) สำหรับเครื่องกัด (ชนะ รัชศิริ, 2547)

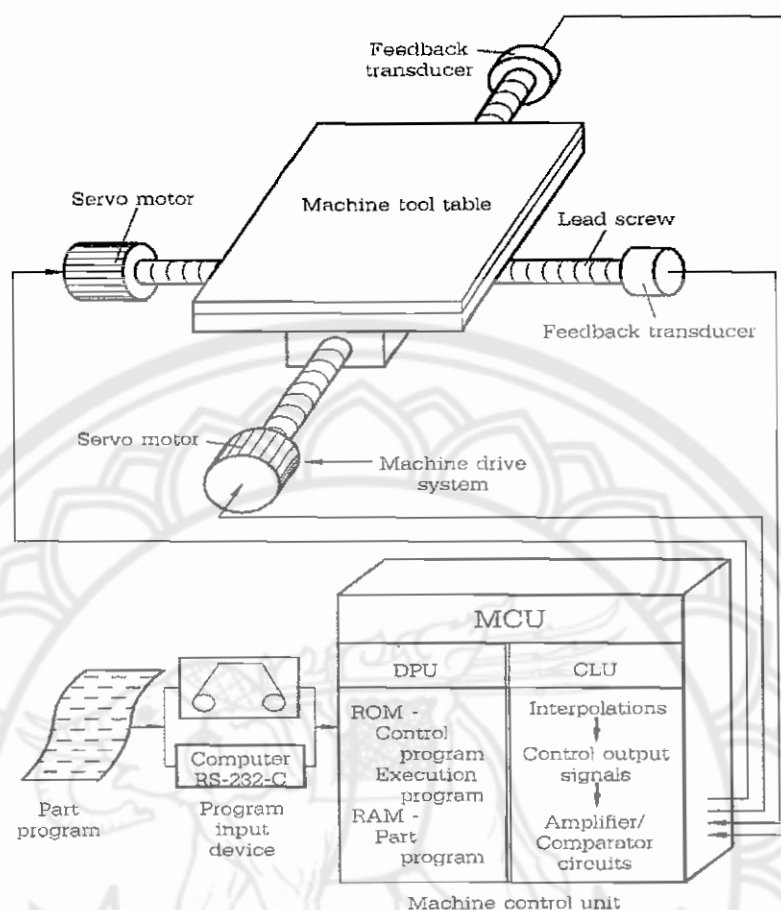
2.10 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี

ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซีมีดังนี้

2.10.1 ส่วนที่เป็นโปรแกรมสั่งงาน (part program) โปรแกรมสั่งงานในระบบซีเอ็นซีจะมีลักษณะเป็นแถวยาว โดยแต่ละแถวจะมีรหัสคำสั่ง (NC code) ที่เขียนไว้ในรูปแบบของตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์ ซึ่งรหัสคำสั่งในแต่ละแถวนี้ จะแทนตำแหน่งการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดบนเครื่องจักรซีเอ็นซี เพื่อให้สำหรับการขึ้นรูปชิ้นส่วน

2.10.2 ส่วนที่ป้อนข้อมูลของโปรแกรม (program input device) การป้อนข้อมูลของโปรแกรมในเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เป็นซอฟต์แวร์ (soft wire) นั้นจะใช้วิธีการป้อนโปรแกรมเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ด้วยสายส่งสัญญาณ (interface bus)

2.10.3 ส่วนที่เป็นระบบควบคุมการขับเคลื่อน (drive system) การควบคุมการขับเคลื่อนในระบบซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ไข่มอเตอร์แบบขั้น ไข่มอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor) ไข่มอเตอร์กระแสสลับ (AC servo motor) และแบบไฮดรอลิก (hydraulic servo drive)



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี (อำนาจ ทองแสน, 2544)

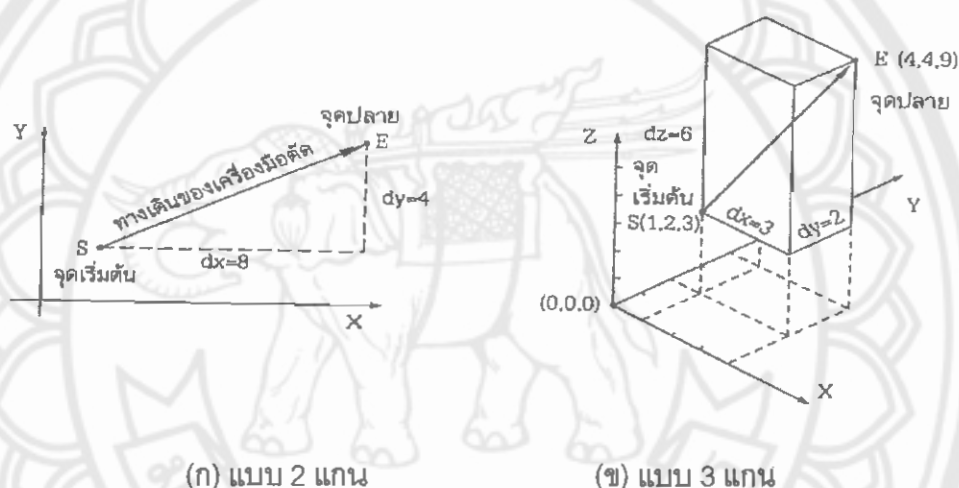
2.10.4 หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่อง (machine control unit) หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องหรือ MCU มีหน้าที่อ่านและตีความหมายของคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนป้อนข้อมูลของโปรแกรม หลังจากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณเพื่อไปควบคุมระบบการขับเคลื่อนของเครื่องจักรซีเอ็นซีต่อไป

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

2.11 การควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรซีเอ็นซี

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนต่าง ๆ ของเครื่องจักรซีเอ็นซีแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด คือ การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (linear) การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (circular) การเคลื่อนที่แบบเกลียว (helical) การเคลื่อนที่แบบพาราโบลา (parabolic) การเคลื่อนที่แบบคิวบิก (cubic) โดยการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงและในแนวเส้นโค้งจะเป็นแบบที่มีการใช้งานมากที่สุดในระบบซีเอ็นซี

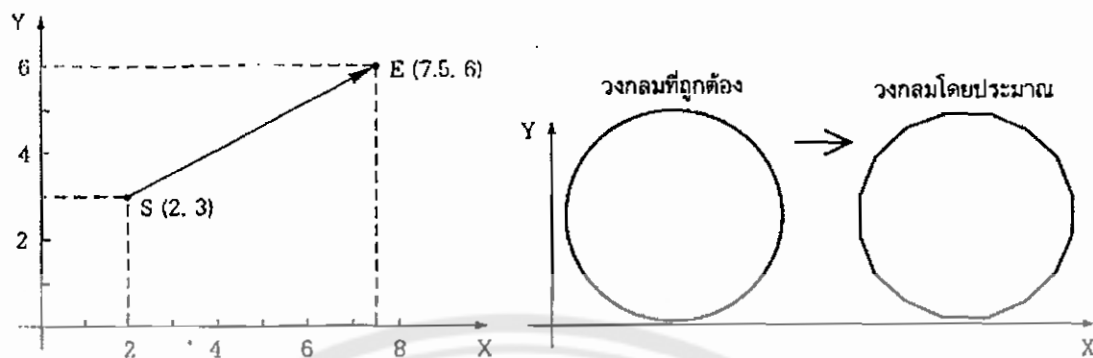
2.11.1 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear interpolation) การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ เครื่องมือตัดจะเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายเป็นแนวเส้นตรง และในขณะเดียวกันระบบซีเอ็นซีจะคำนวณการเปรียบเทียบ ให้จุดปลายของเส้นแรกเป็นจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ไปยังจุดใหม่ต่อไป



รูปที่ 2.16 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงแบบ 3 แกน (อำนาจ ทองแสน, 2544)

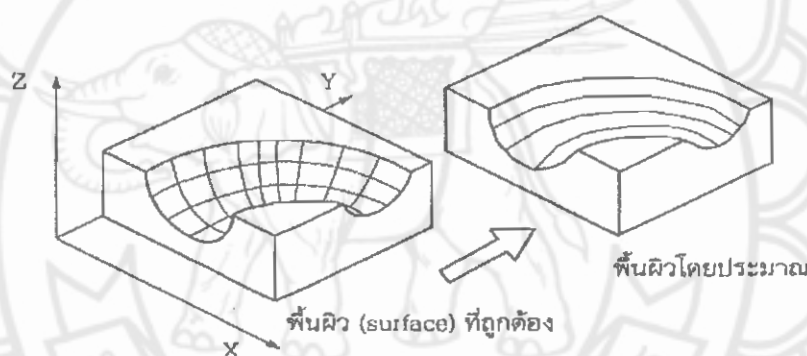
การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงนี้เราจำเป็นต้องกำหนดค่าตัวแปรที่สำคัญ 3 ค่าตัวแปรโคออร์ดิเนตของจุดเริ่มต้น โคออร์ดิเนตของจุดปลาย และความเร็วของแต่ละแนวแกน

หลักการควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงของเครื่องมือหลายลักษณะ ซึ่งประกอบไปด้วยการเคลื่อนที่ตัดในแนวเส้นตรง วงกลม ส่วนโค้ง และส่วนแบบเกลียว ตัวอย่างการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงานในแนวเส้นตรงแสดงไว้ในรูปที่ 2.17



(ก) การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (straight line) (ข) การเคลื่อนที่เป็นวงกลม (circle)

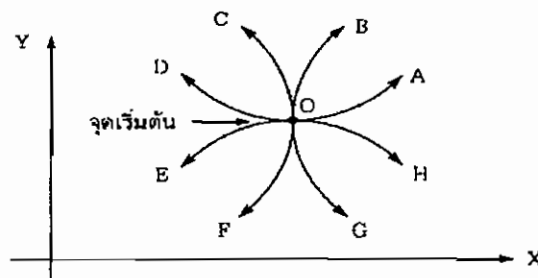
ในลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า



รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (อำนาจ ทองแสน, 2544)

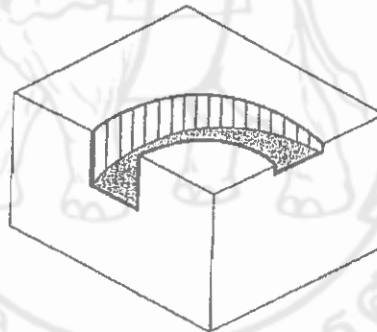
2.11.2 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (Circular interpolation) การเคลื่อนที่แบบนี้จะมีลักษณะคล้ายกับการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงที่มีลักษณะสั้นมาก ปกติขนาดของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกไปควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์จะมีค่าประมาณ 0.0001 หรือ 0.0002 นิ้ว โดยระบบที่ควบคุมซีเอ็นซีจะคำนวณหาจุดต่อกันของเส้นตรงตามขนาดของรัศมี และในขณะเดียวกันเครื่องมือตัดและชิ้นงานก็จะเคลื่อนที่สัมพันธ์กันทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งขึ้น ข้อดีของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งมีความคงที่ในขณะที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานผิวโค้ง

ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้งไม่ว่าจะมีทิศทางตามเข็มนาฬิกา (G02) และทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (G03) สามารถจำแนกได้ทั้งหมด 8 ลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.18 โดยกำหนดให้ O คือจุดเริ่มต้นของเส้นโค้งและตำแหน่ง A,B,C,D,E,F,G,H คือจุดปลายของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง



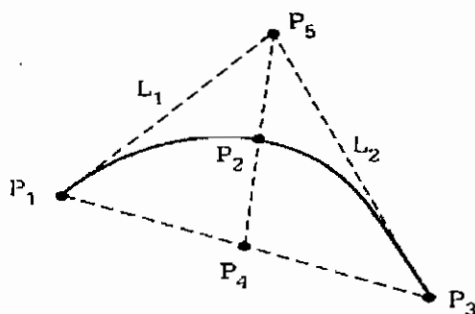
รูปที่ 2.18 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 8 ลักษณะจากจุดเริ่มต้นที่กำหนดให้ (อำนาจ ทองแสน, 2544)

2.11.3 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (helical interpolation) การเคลื่อนที่แบบนี้จะเป็นลักษณะของการผสมผสานกันระหว่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 2 แกน และการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงอีกแกนหนึ่ง การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอลนี้จะใช้ในงานกัดเกลียวในและกัดเกลียวนอกที่มีขนาดใหญ่ (large internal and external thread)



รูปที่ 2.19 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (อำนาจ ทองแสน, 2544)

2.11.4 การเคลื่อนที่แบบพาราโบริก (parabolic interpolation) การเคลื่อนที่แบบนี้จะกำหนดโดยใช้จุดที่ไม่อยู่ในแนวเส้นเดียวกัน 3 จุด ซึ่งมีลักษณะเป็นฟรีฟอร์มเคิร์ฟ (free-form curves) ในรูปที่ 2.8 แสดงลักษณะเส้นโค้งพาราโบริกที่กำหนดจุด 3 จุด ซึ่งประกอบ 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 คือเส้นที่ใช้ในการสร้างส่วนโค้งพาราโบริก



รูปที่ 2.20 การเคลื่อนที่แบบพาราโบลา (อำนาจ ทองแสน, 2544)

การเคลื่อนที่แบบพาราโบลาถูกนำมาประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์

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

2.12 ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

2.12.1 ส่วนประกอบของชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีหรือเอ็มซียู (MCU : Machine Control Unit) มีดังนี้

2.12.1.1 ส่วนรับข้อมูล (data input) มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้อนข้อมูลของโปรแกรมซีเอ็นซี

2.12.1.2 ส่วนการประมวลผลข้อมูล (data processing) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ส่งเข้ามาซึ่งในส่วนนี้จะมีหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) ของคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่คำนวณและเปรียบเทียบค่าต่างๆ เช่น ตำแหน่งขนาดของชิ้นงาน อัตราการป้อน ตำแหน่งการวางเครื่องมือตัด การคำนวณค่าชดเชยรัศมีของเครื่องตัดและการควบคุมระบบเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็นอัตโนมัติ เป็นต้น

2.12.1.3 ส่วนส่งข้อมูลออก (data output) ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งและสัญญาณป้อนไปยังวงจรควบคุมเซอร์โวเพื่อแปลงให้เป็นสัญญาณควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์

2.12.1.4 ส่วนเชื่อมต่อกับเครื่องซีเอ็นซี (machine I/O interface) ทำหน้าที่แยกข้อมูลสัญญาณที่จำเป็นสำหรับ

2.12.1.4ก ควบคุมทิศทางหมุนของเพลาจับเครื่องมือตัด (Spindle) กลไกการเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น หรือคำสั่งอื่นๆ

2.12.1.4ข สัญญาณข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการหยุดเครื่องฉุกเฉิน (emergency stop) การทำโปรแกรมแบบวัฏจักร (cycle start) คำสั่งหยุดการเคลื่อนที่ทุกแนวแกน (feed hold) และสัญญาณอื่นๆ ที่ใช้ควบคุมระบบซีเอ็นซี

2.12.2 ไโคะแกรมของหน่วยควบคุมเครื่องซีเอ็นซีและส่วนประกอบอื่นๆ ของส่วนประมวลผลข้อมูลทั้งหมดมี 6 ส่วนดังนี้

2.12.2.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ถือว่าเป็นหัวใจของเครื่องคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด

ซีพียูประกอบด้วยส่วนที่สำคัญๆ 3 ส่วนคือ

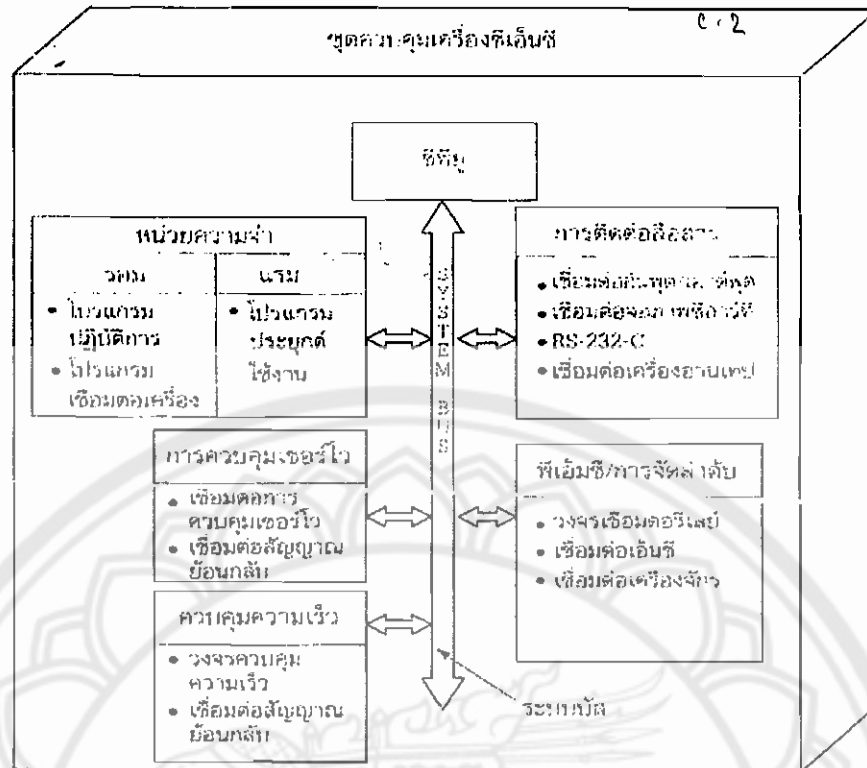
2.12.2.1ก ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุม (Control section) มีหน้าที่
-ติดต่อกับหน่วยรับข้อมูลเข้า (data input) และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในคอมพิวเตอร์

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

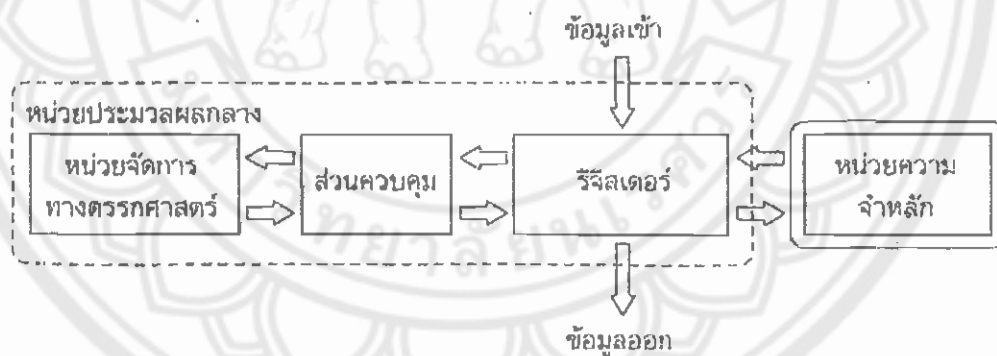
-ส่งสัญญาณข้อมูลระบบควบคุมที่แปลรหัสเสร็จแล้วเป็นคำสั่งออกไปยังหน่วยข้อมูลส่งออก (data output)

2.12.2.1ข ส่วนจัดการทางตรรกศาสตร์ (Arithmetic-logic section) มีหน้าที่คำนวณข้อมูลเกี่ยวกับตรรกะหรือคณิตศาสตร์ เช่น การบวก (+) การลบ (-) เป็นต้น

2.12.2.1ค ส่วนที่เป็นหน่วยความจำชั่วคราว (Immediate-access memory section) หน่วยความจำชั่วคราวหรือรีจิสเตอร์ (register) ทำหน้าที่นำข้อมูลจากหน่วยรับข้อมูลเข้ามาเรียงลำดับไว้เพื่อส่งไปยังหน่วยอื่น เช่น หน่วยจัดการทางตรรกศาสตร์ ทั้งนี้ก็เพื่อให้หน่วยอื่นทำงานอยู่ตลอดเวลาไม่เกิดภาวะรอข้อมูล



รูปที่ 2.21 ไดอะแกรมทำงานของหน่วยควบคุมเครื่องซีเอ็นซี (อำนาจ ทองแสน, 2544)



รูปที่ 2.22 ไดอะแกรมการทำงานของหน่วยประมวลผลกลาง (อำนาจ ทองแสน, 2544)

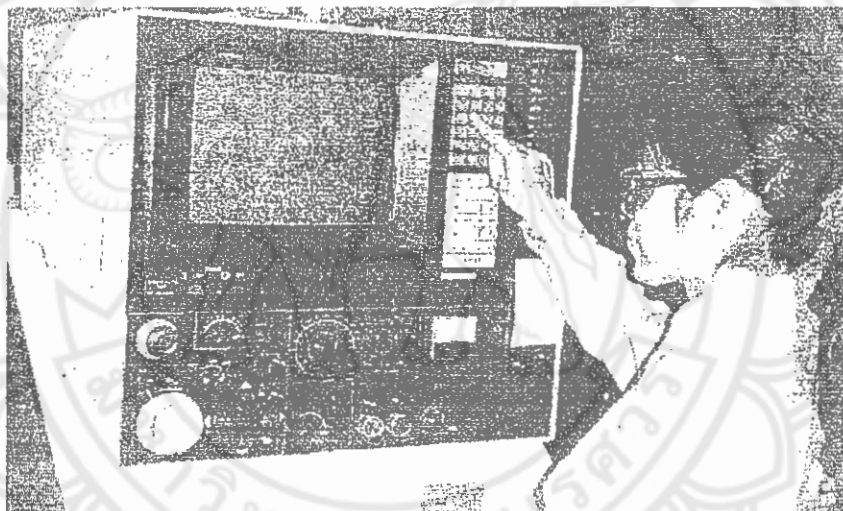
2.12.2.2 หน่วยความจำ (Memory) เนื่องจากหน่วยความจำของหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) ของคอมพิวเตอร์มีจำกัด ดังนั้นเราจำเป็นต้องหาหน่วยความจำที่มีขนาดใหญ่สำหรับเก็บข้อมูลโปรแกรม หน่วยความจำคอมพิวเตอร์นั้นเราแบ่งเป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

2.12.2.2ก หน่วยความจำหลัก (Primary memory) ได้แก่ หน่วยความจำประเภทแรม (RAM : Random Access Memory) ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและเขียนหรือลบ

ข้อมูลได้ตลอดเวลา และหน่วยความจำประเภทรอม (ROM : Ready Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลไว้อย่างถาวร และอ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถ เขียน ลบ หรือแก้ไขข้อมูลได้

2.12.2.2ข หน่วยความจำสำรอง (secondary memory) โดยทั่วไปแล้วหน่วยความจำประเภทนี้จะเป็นหน่วยความจำเก็บข้อมูลของโปรแกรม ยกตัวอย่างหน่วยความจำสำรองนี้ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ ฟลอปปีดิสก์ เทปแม่เหล็ก เป็นต้น หน่วยความจำประเภทนี้สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ยาวนาน ซึ่งเมื่อเราปิดเครื่อง ข้อมูลจะไม่สูญหาย แต่อย่างไรก็ตามหน่วยความจำสำรองนี้มักจะทำงานช้ากว่าหน่วยความจำหลัก

2.12.2.3 การติดต่อสื่อสาร (Communication) ในระบบซีเอ็นซีจะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันระหว่างหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) และส่วนประกอบของระบบอื่นๆ ซึ่งอยู่ภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.23 ลักษณะของจอภาพซีอาร์ทีที่แสดงข้อมูลและสัญญาณต่างๆ (อำนาจ ทองแสน, 2544)

โดยทั่วไปแล้วระบบซีเอ็นซี จะมีการติดต่อสื่อสารเพื่อควบคุมระบบซีเอ็นซี อยู่

3 ชนิด คือ

2.12.2.3ก จอภาพ (display) หรือมอนิเตอร์ (monitor) ในระบบซีเอ็นซีจะประกอบด้วยจอภาพซีอาร์ที (CRT : Cathode Ray Tube) และอุปกรณ์แสดงสัญญาณต่างๆ เช่น หลอดไฟหรือสัญญาณต่างๆ จอภาพนี้จะเป็นส่วนที่ใช้แสดงเกี่ยวกับข้อมูลของโปรแกรมซีเอ็นซี ซึ่งประกอบไปด้วย

- แสดงข้อมูลของโปรแกรมที่ใช้งาน (active part program)
- แสดงแนวแกนใช้งานปัจจุบัน (current axis)
- แสดงทางเดินของเครื่องมือตัด (tool path)
- แสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวางตำแหน่งของมีด (tool offset)
- แสดงการจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน (simulation)
- แสดงสัญญาณเมื่อโปรแกรมมีการผิดพลาด (alarm for program errors)

หรือระบบควบคุมเซอร์โวผิดพลาด

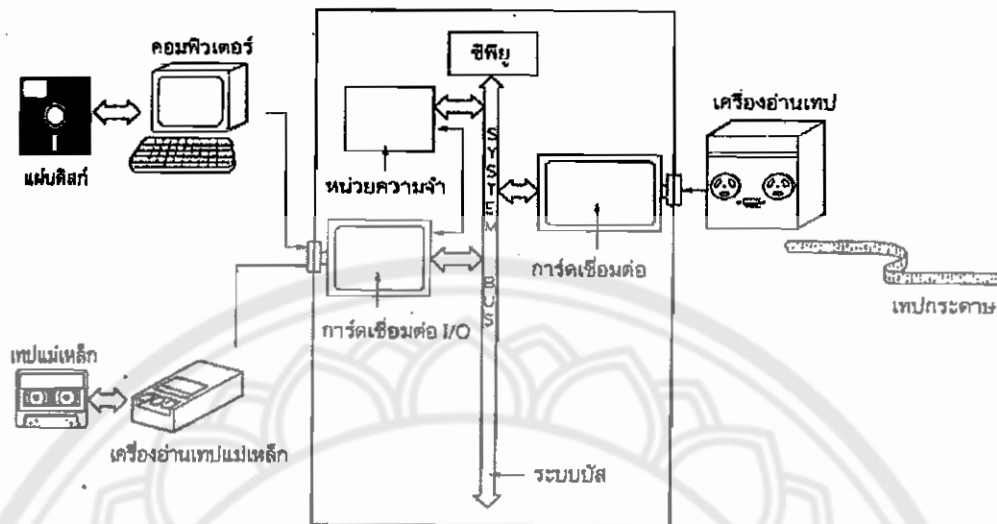
- อื่นๆ เช่น การแปลงสถานะของการส่งข้อมูลหรือบอดเรต (Baud rate) ของสายส่งข้อมูล เป็นต้น

2.12.2.3ข แผงควบคุมการทำงาน (operator control panel) แผงควบคุมการทำงานนี้จะเป็นส่วนที่ช่างควบคุมเครื่องใช้ติดต่อสื่อสารกับระบบซีเอ็นซี นอกจากนี้แล้วยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานต่างๆ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนควบคุมเครื่อง (machine controls) และส่วนควบคุมโปรแกรม (program control)

- ส่วนควบคุมเครื่อง (machine control) จะทำหน้าที่ควบคุมสวิตช์เปิด/ปิดต่างๆ (on/off and push) สวิตช์แบบเปลี่ยน (selector switches) มือหมุนแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic hand wheel) และสวิตช์ปรับ (override switches) โดยสวิตช์ที่กล่าวมานี้จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการเปิด/ปิดเพลลาจับยึดเครื่องมือตัด (spindle) ควบคุมการเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น (coolant) ควบคุมการเคลื่อนที่และทิศทางของแนวแกน ควบคุมความเร็วและอัตราการป้อน (speed and feed) ในลักษณะเป็นเปอร์เซ็นต์ของความเร็วและอัตราป้อนด้วยสวิตช์ปรับ

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

2.12.2.3ค ส่วนป้อนข้อมูลเข้า/ออกของโปรแกรม (part program input and output) เนื่องจากข้อมูลของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมในระบบซีเอ็นซีนั้นเราสามารถที่จะเก็บข้อมูล เช่น เทปกระดาษ แผ่นฟลอปปีดิสก์ และเทปแม่เหล็ก เป็นต้น โดยข้อมูลที่เก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูลเหล่านี้ เมื่อนำไปใช้งานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีอุปกรณ์ช่วยสำหรับการส่งถ่ายข้อมูลซึ่งได้แก่ เครื่องอ่านเทปกระดาษ (punched tape reader) เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก (magnetic tape reader) และคอมพิวเตอร์ที่ใช้สายส่งข้อมูลด้วย RS-232-C ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะเชื่อมต่อกันด้วยระบบบัส (bus system) ของหน่วยประมวลผลกลาง และการ์ดของหน่วยเชื่อมต่อ (I/O interface card)

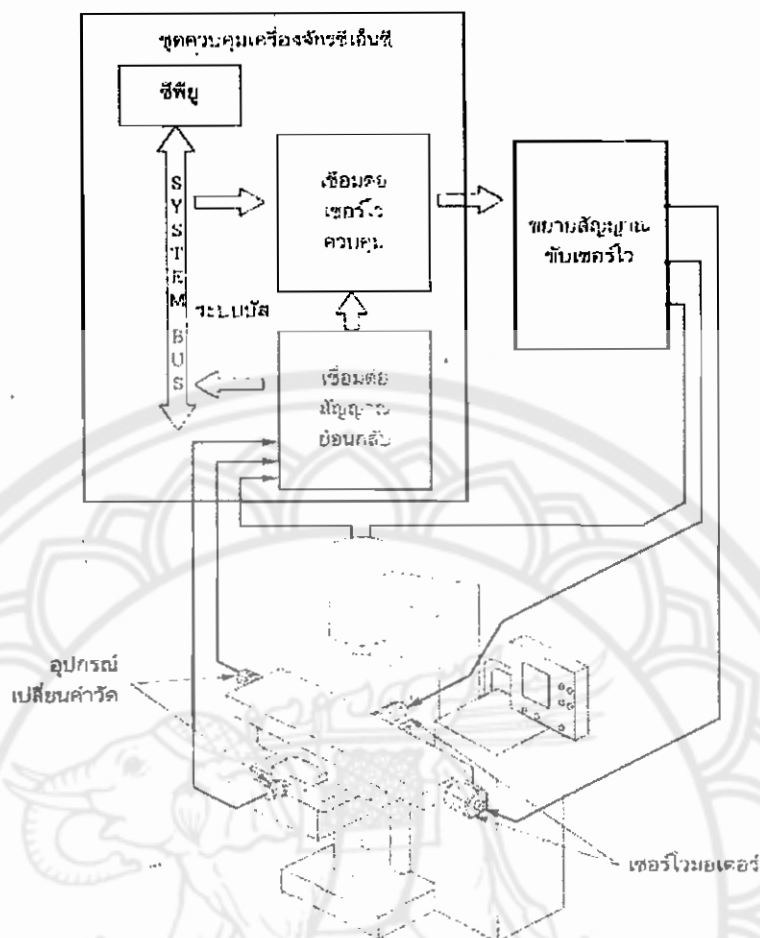


รูปที่ 2.24 แสดงการป้อนข้อมูลเข้า/ออกในระบบซีเอ็นที (อำนาจ ทองแสน, 2544)

2.12.2.4 การควบคุมการขับเคลื่อนเซอร์โว (servo drive control) การควบคุมเครื่องจักรในระบบซีเอ็นทีนั้นจำเป็นต้องอาศัยระบบการแปลง และควบคุมสัญญาณพัลส์ที่ถูกส่งมาจากระบบซีเอ็นทีไปเป็นสัญญาณสำหรับการควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์

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

ระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โวจะเป็นส่วนที่ใช้ควบคุมตำแหน่งและความเร็วในการขับเคลื่อนมอเตอร์ แต่เนื่องจากสัญญาณควบคุมที่ส่งมาจากระบบซีเอ็นทีและระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โวมักมีกำลังต่ำ ดังนั้นก่อนที่จะส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์นั้นจำเป็นต้องมีการขยายคลื่นสัญญาณ โดยใช้ชุดขยายสัญญาณขับเคลื่อนเซอร์โว (servo drive amplifier) โดยที่ชุดขยายสัญญาณขับเคลื่อนเซอร์โวนี้จะไม่ใช่ส่วนประกอบของชุดควบคุมระบบซีเอ็นที แต่จะเป็นชุดประกอบของระบบควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ ส่วนระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ (feedback interface) นี้จะมีอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด (encoder or resolver) ซึ่งมีหน้าที่บันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่เพื่อส่งข้อมูลกลับไปยังหน่วยประมวลผลกลางและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของชุดควบคุมเซอร์โว ซึ่งระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณนี้ไปคำนวณหาระยะทางในการขับเคลื่อนของแท่นเลื่อนต่อไป



รูปที่ 2.25 การควบคุมการขับเคลื่อน (อำนาจ ทองแสน, 2544)

2.12.2.5 การควบคุมความเร็วรอบของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด (Spindle speed control) การควบคุมความเร็วรอบของการจับยึดเครื่องมือตัด ส่วนมากแล้วจะควบคุมด้วยคำสั่ง S ในโปรแกรมซีเอ็นซี แต่ในระบบควบคุมการขับเคลื่อนที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจำเป็นต้องอาศัยระบบควบคุมความเร็วรอบของเพลาขับเคลื่อน เช่น การควบคุมความเร็วรอบของเพลาขับเคลื่อนในระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ เป็นต้น ในระบบซีเอ็นซีบางครั้งจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อก (D/A converter)

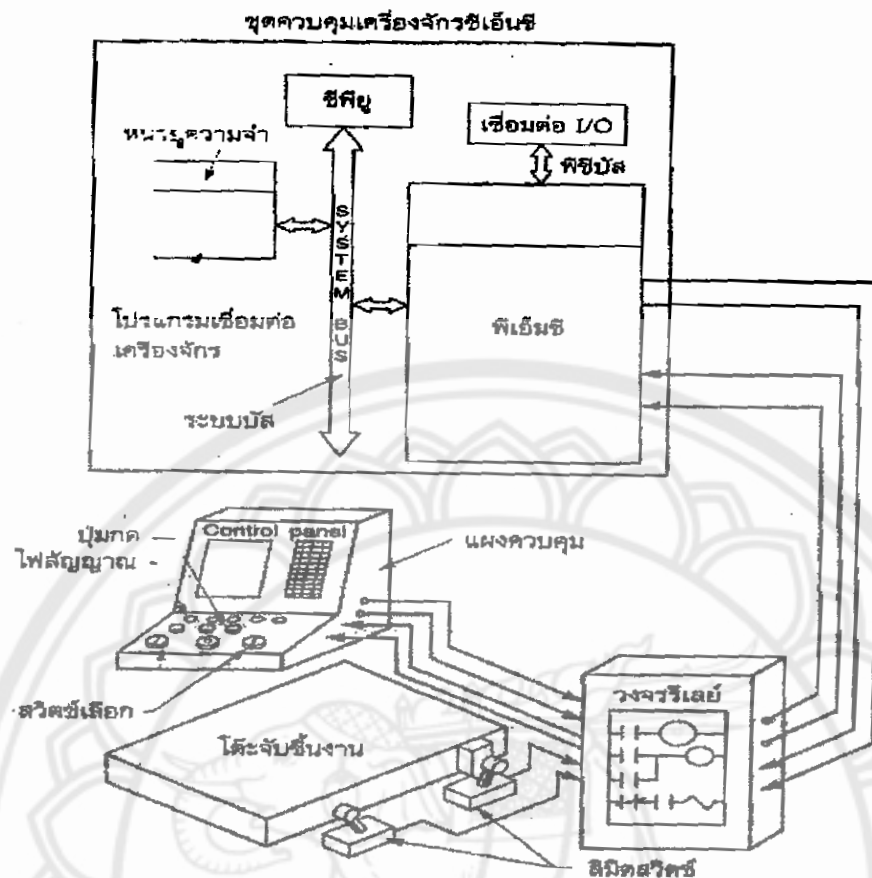
ทั้งนี้เนื่องจากสัญญาณที่ใช้ควบคุมการหมุนของมอเตอร์จะเป็นสัญญาณแอนะล็อก แต่คอมพิวเตอร์ของระบบซีเอ็นซีจะส่งสัญญาณดิจิทัล ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณเพื่อให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้

2.12.2.6 พีเอ็มซี (PMC : Programmable Machine Controller) การควบคุมสัญญาณที่ส่งไปเพื่อควบคุมระบบซีเอ็นซี สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สัญญาณควบคุมตัวเลข (numerical control signals) และสัญญาณควบคุมลำดับ (sequence control signals) สัญญาณ

ควบคุมตัวเลขจะใช้ควบคุมข้อมูลของตำแหน่ง (position data) ข้อมูลของความเร็ว (velocity data) ข้อมูลของการวางตำแหน่งเครื่องมือตัด (tool offset) ข้อมูลเกี่ยวกับการชดเชยรัศมีของเครื่องมือตัด (compensation data) และข้อมูลของค่าตัวแปรอื่นๆ ส่วนสัญญาณควบคุมลำดับนี้จะใช้ในการควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร โดยจะมีหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ที่ส่งสัญญาณแบบดิจิทัล

ส่วนการควบคุมในระบบซีเอ็นซีนั้น จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ของคอมพิวเตอร์ ร่วมกับหน่วยประมวลผลของพีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller) ซึ่งพีแอลซีหรือพีซี (PC : Programmable Control) เป็นระบบการควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีโดยใช้วิธีการเขียนโปรแกรมในลักษณะเช่นเดียวกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และพีแอลซีที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีนี้จะเรียกว่า "พีเอ็มซี (PMC : Programmable Machine Controller) ซึ่งจะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับระบบควบคุมต่อไปนี้เป็น

- การเปลี่ยนเครื่องมืออัตโนมัติ (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 2.26 การเชื่อมต่อพีเอ็มซีเข้ากับระบบควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี (อำนาจ ทองแสน, 2544)

2.13 ข้อดีและข้อจำกัดของระบบซีเอ็นซี

ข้อดีและข้อจำกัดของระบบซีเอ็นซีเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยมือมีดังนี้

ข้อดี

1. มีความเที่ยงตรงสูงและได้ชิ้นงานที่มีความสม่ำเสมอ
2. ผลผลิตเพิ่มขึ้นแต่ใช้เวลาน้อยลง
3. ค่าใช้จ่ายในการผลิตน้อยลง
4. ลดจำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน
5. ไม่จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีทักษะและประสบการณ์สูงในการควบคุมเครื่องจักรทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย
6. การตรวจสอบคุณภาพทำได้ง่ายโดยไม่จำเป็นต้องตรวจคุณภาพทุกขั้นตอน
7. มีความคล่องตัวและความยืดหยุ่นในการทำงานสูง การแก้ไขหรือการเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นงานทำได้โดยการแก้ไขโปรแกรมการสั่งงานเท่านั้น
8. ลดเวลาการปรับตั้งเครื่องหรือการเปลี่ยนเครื่องมือ

ข้อจำกัด

1. เครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีมีราคาสูง ทำให้ต้นทุนในการผลิตช่วงต้นๆ สูงตามไปด้วย
2. การบำรุงรักษายุ่งยากและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง
3. จำเป็นต้องใช้คนงานที่มีความรู้และทักษะสูงในการเขียนโปรแกรม
4. จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมความรู้ให้กับคนงานในกรณีที่จะนำระบบซีเอ็นซีไปใช้ทดแทนเครื่องจักรกลแบบเดิม

2.14 หลักทั่วไปในการใช้ Mechanical Desktop

Mechanical Desktop นั้นมีความสามารถในการสร้างโปรแกรมเองอยู่หลายอย่างทั้งทางด้านการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบพารามेटริกโซลิด (Parametric Solid Modeling) และแบบเนิร์บเซอร์เฟส (NURBS Surface Modeling) ซึ่งทั้งสองแบบเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าซอฟต์แวร์ประเภทเดียวกันนี้ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันโดยทั่วไปมิให้เลือกใช้กันอยู่หลายโปรแกรม อาทิ SolidWorks , Solid Edge , Autodesk Inventor , Pro/Engineer , Catia , Unigraphics และอื่นๆ อีกหลายโปรแกรม โดยทั่วไปแล้ว ซอฟต์แวร์ประเภทนี้มีหลักการทั่วไปในการใช้งานเหมือนกัน ดังนั้น หากเข้าใจหลักการใช้งานซอฟต์แวร์ตัดตัวใดตัวหนึ่งแล้ว ก็จะสามารถใช้งานซอฟต์แวร์ตัวอื่นๆ ได้ไม่ยากนัก เพียงแต่การศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมของซอฟต์แวร์นั้นอีกเล็กน้อยก็สามารถใช้งานพื้นฐานได้ในเวลาอันสั้น

ในการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติในเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ว่าจะใช้ซอฟต์แวร์พารามेटริกตัวใดสามารถแยกวิธีการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติออกเป็น 2 วิธีคือ Parametric Solid Modeling และ NURBS Surface Modeling การขึ้นรูปด้วยวิธี Parametric Solid Modeling มีข้อได้เปรียบคือ การขึ้นรูปโมเดลง่ายและรวดเร็ว สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปทรงได้สะดวก สามารถใช้ตัวแปรหรือสมการมาควบคุมขนาดของโมเดล สามารถหาปริมาตรและมวลของวัตถุ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือมีความสามารถในการขึ้นรูปโมเดลที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอซึ่งมีส่วนโค้งส่วนเว้าที่ซับซ้อนได้ค่อนข้างยาก แต่ในปัจจุบัน ซอฟต์แวร์พารามेटริกโซลิดหลายตัวสามารถสร้างโซลิดที่โค้งเว้าที่ซับซ้อนได้ในระดับหนึ่ง รวมทั้ง Mechanical Desktop นี้ด้วย ส่วนการขึ้นรูปด้วย Surface Modeling มีข้อได้เปรียบคือ สามารถขึ้นรูปโมเดล 3 มิติที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอได้ดี การขึ้นรูปด้วยวิธีนี้มีแต่พื้นผิว (Surface) จึงไม่สามารถหาปริมาตรของวัตถุเพื่อคำนวณหาน้ำหนักได้ ยกเว้นซอฟต์แวร์ 3D บางตัวที่สามารถหาปริมาตรเซอร์เฟสแบบเปิด อาทิ เช่น Rhinoceros 3D เป็นต้น ดังนั้น ก่อนที่จะเริ่มสร้างวัตถุ 3 มิติ จะต้องพิจารณารูปทรงและสภาพของพื้นผิวของโมเดล 3 มิติที่ต้องการสร้างเสียก่อน จึงสามารถเลือกวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมกับโมเดล 3 มิตินั้น

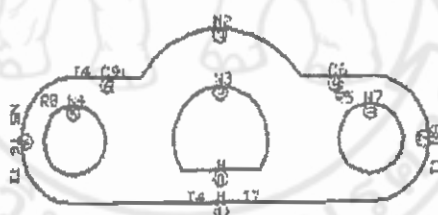
ใน Mechanical Desktop นิยมสร้างโมเดลหรือพาร์ทต่างๆ ด้วยวิธีพารามетริกโซลิด โดยจะเริ่มสร้างโมเดล 3 มิติด้วยวิธีนี้ ควรที่จะทำความเข้าใจในหลักการขึ้นรูปโมเดล 3 มิติแบบพารามетริกโซลิดเสียก่อน โดยมีหลักการทั่วไปดังต่อไปนี้

2.14.1 กำหนดระนาบสเกทช์ (Sketch plane) เพื่อใช้สำหรับเขียนหน้าตัด (Profile) 2 มิติของพาร์ทที่ต้องการ โดยใช้คำสั่ง Part > New Sketch Plane แล้วกำหนดทิศทางการหันเหของระนาบใน 3 มิติ โดยทั่วไป ระนาบจะเริ่มต้นที่นิยมใช้ในการสร้างพาร์ทนิยมใช้ระนาบด้านบน (Top View) XY หรือระนาบด้านหน้า (Front View) XZ หรือระนาบด้านข้าง (Side View) YZ เท่านั้น

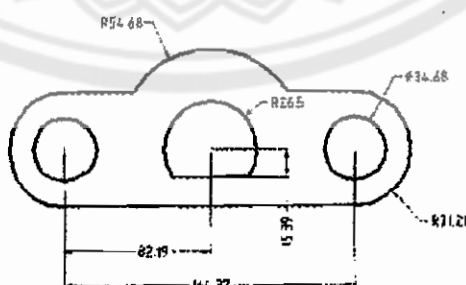
2.14.2 ใช้คำสั่งพื้นฐานของ AutoCAD เขียนหน้าตัด 2 มิติของสเกทช์ อาทิ เช่น Line, Pline, Arc, Circle, Polygon อาจต้องใช้คำสั่งในการแก้ไขช่วยในการสร้างหน้าตัดของสเกทช์ด้วย อาทิ Trim, Extend, Fillet, Chamfer, Move, Copy, Rotate และอื่นๆ ตามเหมาะสม

2.14.3 แปลงหน้าตัด 2 มิติ ให้เป็นสเกทช์ (Sketch) ด้วยคำสั่ง Part > Sketch Solving > Single ในกรณีทีหน้าตัด 2 มิติ เป็นวัตถุขึ้นเดียว อาทิ เช่น Circle, Rectang, Ellips, Polygon เป็นต้น หรือใช้คำสั่ง Part > Sketch Solving > Profile ในกรณีทีหน้าตัด 2 มิติเป็นวัตถุหลายชิ้นไม่ได้เป็นวัตถุขึ้นเดียวกัน

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

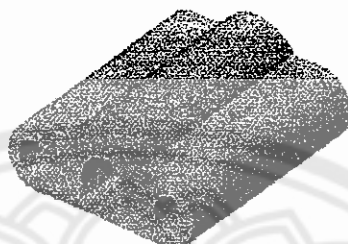


รูปที่ 2.27 การบังคับสเกทช์ด้วยรูปขนาด (Dimension Constrain) (ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์, 2546)

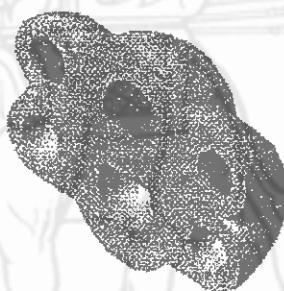


รูปที่ 2.28 การบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง (Geometric Constrain) (ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์, 2546)

2.14.5 แปลง (Sketch) ให้เป็นฟีเจอร์ของพาร์ท 3 มิติ โดยใช้คำสั่ง Part > Sketch Feature >... แล้วเลือก Extrude (เพิ่มความหนา), Revolve (หมุน), Sweep (กวาด) หรือ Loft (ลอฟท์) ซึ่งจะเลือกใช้คำสั่งใดแล้วแต่กรณี ฟีเจอร์แรกที่เกิดขึ้นจะกลายเป็นเบสฟีเจอร์ (Base Feature) ของพาร์ท 3 มิติในทันที

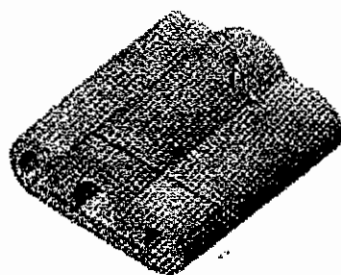


รูปที่ 2.29 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Extrude (ภาพพงษ์ ปัตติสิงห์, 2546)

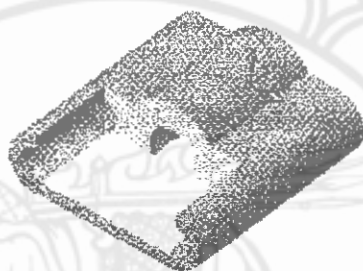


รูปที่ 2.30 ฟีเจอร์ที่สร้างจาก Revolve (ภาพพงษ์ ปัตติสิงห์, 2546)

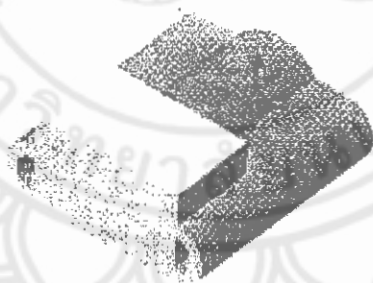
2.14.6 เริ่มเขียนฟีเจอร์เพิ่มเติมให้กับฟีเจอร์ (Base Feature) ซึ่งอาจนำฟีเจอร์ใหม่ไปรวมกับฟีเจอร์เดิม (Join) หรืออาจจะนำฟีเจอร์ใหม่ให้หักหลบออกจากฟีเจอร์เดิม (Cut) หรือจะนำฟีเจอร์ใหม่ไปตัดกับฟีเจอร์เดิม (Intersect) หรืออาจจะสร้างพาร์ทใหม่โดยใช้ฟีเจอร์ใหม่แบ่งฟีเจอร์เดิม (Split) แต่ก่อนที่จะสร้างฟีเจอร์ใหม่นั้น หากตัดสเกทช์ใหม่ไม่อยู่บนระนาบสเกทช์เดิมเราจะต้องสร้างสเกทช์ใหม่ด้วย Part > New Sketch Plane เพื่อกำหนดทิศทาง การหันเหและตำแหน่งของระนาบสเกทช์ เพื่อที่จะสามารถเขียนหน้าตัดสเกทช์ให้อยู่ในตำแหน่งและทิศทางตามที่เรากำลังต้องการ



รูปที่ 2.31 เย็นหน้าตัดสเกทสตีลเสริมผ้าเพิ่มเติม (ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)



รูปที่ 2.32 พีเจอร์ Extrude และเลือก Cut (ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)



รูปที่ 2.33 พีเจอร์ Extrude และเลือก Join (ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์,2546)



รูปที่ 2.34 พีเจอร์ Extrude และเลือก Intersect (ภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์, 2546)

2.14.7 ย้อนกลับไปทำข้อ 2 ถึง 6 วนต่อไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะได้รูปทรงของพาร์ทหรือชิ้นส่วน 3 มิติที่เราต้องการ

2.15 เริ่มต้นกับโปรแกรม hyperMILL

เริ่มต้นกับโปรแกรม hyperMILL จะกล่าวถึงระบบการทำงานขั้นพื้นฐานของโปรแกรมเพื่อผู้ใช้งานได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำงานเบื้องต้นและโครงสร้างพื้นฐานของโปรแกรมรวมทั้งเมนูต่างๆ ก่อนที่จะเริ่มต้นใช้โปรแกรม hyperMILL

2.15.1 ระบบการทำงานของโปรแกรม hyperMILL

โปรแกรม hyperMILL เป็นซอฟต์แวร์ในระบบ CAM (Computer Aided Manufacturing) ซึ่งจะทำงานร่วมกับโปรแกรม AutoCAD หรือ Mechanical Desktop บนระบบปฏิบัติการ Windows (tool path) และสร้างรหัสตัวเลข, ตัวอักษร (NC-CODE) เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร CNC สำหรับงานอุตสาหกรรมแม่พิมพ์และอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนโดยโปรแกรม hyperMILL ต้องอาศัยข้อมูลจากซอฟต์แวร์ระบบ CAD (Computer Aided Design) เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณ

2.15.2 ความสัมพันธ์กับโปรแกรม AutoCAD

หลังจากติดตั้งโปรแกรม hyperMILL บนหน้าจอของโปรแกรม AutoCAD หรือ Mechanical Desktop โดยอัตโนมัติ

ในการทำงานซึ่งโปรแกรม hyperMILL จะทำงานอยู่บนโปรแกรม Mechanical Desktop ดังนั้น โปรแกรมทั้งสองจึงต้องมีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

2.15.2ก โปรแกรม hyperMILL จำเป็นต้องใช้ข้อมูลของชิ้นงานในระบบ CAD (Computer Aided Design) ที่สร้างโปรแกรม AutoCAD , Mechanical Desktop หรือที่แปลงมาจากโปรแกรม CAD ยี่ห้ออื่นด้วยโปรแกรม IGES

2.15.2ข หากมีการบันทึกด้วยคำสั่ง SAVE ในโปรแกรม Mechanical Desktop โปรแกรมก็ดงานและค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ก็ดงานต่างๆ ที่ถูกสร้างจากโปรแกรม hyperMILL จะถูกบันทึกพร้อมกันไปด้วย

2.15.2ค โปรแกรม hyperMILL กำหนดพิกัดตำแหน่ง X,Y และ Z สำหรับจุดศูนย์ของชิ้นงานเป็นตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่ง UCS ของโปรแกรม Mechanical Desktop

2.15.2ง หากมีการเริ่มต้นใช้งานโปรแกรม hyperMILL ผู้ใช้งานจะสังเกตเห็นเครื่องหมายแสดงจุดศูนย์ชิ้นงานของโปรแกรม ณ ตำแหน่ง UCS ของโปรแกรม Mechanical Desktop

2.15.2จ ขณะใช้งานโปรแกรม hyperMILL หากต้องการแก้ไขรูปชิ้นงาน ผู้ใช้ต้องออกจากโปรแกรม hyperMILL ก่อนเพื่อมาแก้ไขชิ้นงานในโปรแกรม Mechanical Desktop

2.15.3 ลักษณะข้อมูลจากระบบ CAD

โปรแกรม hyperMILL สามารถรับข้อมูลของชิ้นงานจากระบบ CAD เพื่อใช้ในการคำนวณสร้างเส้นทางการเดินของมีดกัดได้ 2 วิธีได้แก่

2.15.3ก ชิ้นงานที่สร้างจากโปรแกรม AutoCAD และ Mechanical Desktop

- เส้น 2D Wireframe-Line , Polyline , Circle , Arc , Ellipse และ Spline จากโปรแกรม Auto CAD

- เส้น 3D Solids และ 3D Surface ที่สร้างจากโปรแกรม AutoCAD

- เส้น 3D Wireframe-3D Polyline จากโปรแกรม AutoCAD , 3D Projected จาก โปรแกรม Mechanical Desktop

- เส้น 3D Parametric Solid Medeling – วัตถุทรงตันรูปเรขาคณิตที่สร้างจากโปรแกรม Mechanical Desktop ซึ่งมีคุณสมบัติ Parametric ที่สามารถแก้ไขขนาดของวัตถุ 3 มิติได้

- เส้น 3D Surface Modeling – วัตถุพื้นผิวจากโปรแกรม Mechanical Desktop ที่มีคุณสมบัติเป็น NURBS Surface (Non Uniform Rational B-Spline) ซึ่งเหมาะกับงานที่มีพื้นผิวโค้งไม่จำกัดรูปร่างหรือเรียกว่า "พื้นผิว Free-form"

2.15.3ข ชิ้นงานที่แปลงข้อมูลเข้ามาสู่โปรแกรม Mechanical Desktop

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

2.15.4 โครงสร้างของเมนู โปรแกรม hyperMILL

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



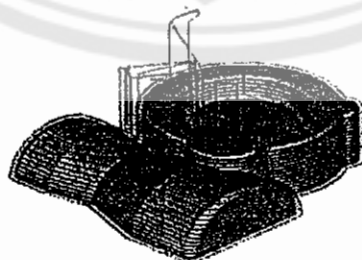
รูปที่ 2.35 โครงสร้างของเมนูโปรแกรม hyperMILL (พันธิติ วรรณโณม, 2543)

2.16 โปรแกรมกัดงานในระบบ 3 แกน (3D Machining Cycles)

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

2.16.1 โปรแกรม 3D Z-Level-Finishing

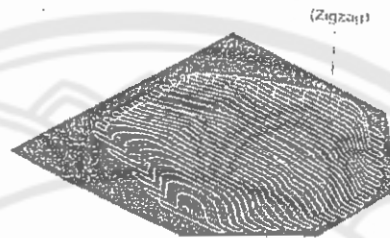
โปรแกรม 3D Z-Level-Finishing มีลักษณะการกัดเดินตามรูปร่างของพื้นผิวชิ้นงานลงเป็นขั้นๆ ที่ละชั้นตามค่าความลึก (vertical step-down) ในแนวแกน Z ที่กำหนดโดยผู้ใช้งาน แต่โปรแกรม 3D Z-Level-Finishing ไม่เหมาะสำหรับการกัดละเอียดในบริเวณที่พื้นผิวราบหรืออยู่ในแนวระนาบ เพราะจะทำให้รูปร่างผิวของงานจะไม่สมบูรณ์มากนัก แต่โปรแกรมนี้นี้เหมาะสำหรับการกัดละเอียดบริเวณผิวชิ้นงานที่มีความสูงชันลักษณะพื้นผิวของงานที่ได้จะมีคุณภาพดี



รูปที่ 2.36 แสดงการเดินกัดชิ้นงานตามระดับความลึกในแนวแกน Z (พันธิติ วรรณโณม, 2543)

2.16.2 โปรแกรม 3D Finishing

โปรแกรม 3D Finishing มีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานแบบกลับปัดกลับมา (Zigzag) ตามรูปร่างพื้นผิวของงานภายในบริเวณเส้นขอบที่กำหนดโดยมีระยะห่างแต่ละแนวเส้นทางเดินมีดกัดตามระยะ Horizontal step over ที่กำหนดส่วนใหญ่จะใช้โปรแกรม 3D Finishing เป็นโปรแกรมกัดชิ้นงานโปรแกรมสุดท้ายในการทำงานของการกัดชิ้นงานระบบ 3 มิติ หรือเรียกว่า “โปรแกรมกัดละเอียด”



รูปที่ 2.37 แสดงการกัดชิ้นงานแบบกลับปัดกลับมา (พันธิตติ วรรณโกมล, 2543)

2.16.3 โปรแกรม 3D Free path-milling

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

2.16.4 โปรแกรม 3D Automatic-Rest

3D Automatic-Rest เป็นโปรแกรมที่กำหนดให้มิดกัดเดินกัดเก็บเฉพาะเนื้อของวัสดุที่เหลือเท่านั้น หมายถึง กรณีที่มิดกัดมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณพื้นที่บางส่วนของชิ้นงาน

2.16.5 โปรแกรม 3D Pencil-milling

3D Pencil-milling เป็นโปรแกรมที่กำหนดให้มิดกัดเก็บเฉพาะเนื้อของวัสดุตามร่องของพื้นผิวชนิด Fillet Surface โดยมีลักษณะการทำงานคล้ายกับโปรแกรม 3D Automatic-Rest แต่ต่างกันที่โปรแกรม 3D Pencil-milling จะเดินกินตามแนวร่องเพียงแนวเดียวซึ่งไม่มีการกำหนดค่า Horizontal step over

2.16.6 โปรแกรม 3D ISO-Machining

โปรแกรม 3D ISO-Machining เป็นการสร้างเส้นทางเดินมีดกัดบนพื้นผิวที่ผู้ใช้งานเลือก ซึ่งจะไม่เดินกัดทั่วทั้งชิ้นงาน โดยมักมีลักษณะการเดินกัดชิ้นงานแบบกัดชิ้นงานกลับปัดกลับมาตามแนวเส้น U หรือ V lines ของพื้นผิวและมีระยะห่างของแต่ละแนวเส้นทางเดินมีดกัดตามระยะ Horizontal step over ที่กำหนด