บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.1 วิวัฒนาการของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.1.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี

เอ็นซี (NC: Numerical Control) หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยคำสั่งเชิงตัวเลขและตัวอักษร สร้างขึ้นในลักษณะของคำสั่งเรียกว่า โปรแกรม ซึ่งจะถูกแปลงเป็นคลื่นสัญญาณ (pulse) ของกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณอื่นๆ เพื่อจะไปกระตุ้นมอเตอร์ ทำให้เครื่องจักรกลทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ คำจำกัดความนี้กำเนิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา

ซีเอ็นซี (CNC: Computerized Numerical Control) หมายถึง ระบบเอ็นซีที่มีคอมพิวเตอร์ความสามารถสูงเพิ่มเข้าไปในระบบ ทำให้สามารถจัดการข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่ระบบนำไปประมวลผลเพื่อไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลต่อไป [2]

2.1.2 ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลเอ็นซีกับเครื่องจักรกลทั่วไป

เมื่อเปรียบเทียบข้อแตกต่างข้อแตกต่างกันแล้วจะได้ว่า การตัดสินใจในการกำหนดขั้นตอนการทำงานต่างๆ จะกระทำเพียงครั้งเดียว กล่าวคือจะกระทำในขั้นตอนการวางแผนและสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรกลเท่านั้น ต่อจากนั้น โปรแกรมก็จะถูกนำไปใช้ในการทำงานของเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการโดยสามารถทำการผลิตชิ้นงานซ้ำๆกี่ครั้งก็ได้ตามที่ต้องการ

ตาราง 2.1 ตารางเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

	รายละเอียด		เครื่องจักรกลทั่วไป	เครื่องจักรกลซีเอ็นซี
1	การป้อนโปรแกรม		ไม่มี	มี
2	การจับยึดชิ้นงาน	ขั้น	มือ	มือ
3	การจับยึดเครื่องมือตัด	เตรียม	มือ	มือหรือชุดควบคุม
4	การตั้งจุดอ้างอิง	งาน	มือ	มือ
5	การตั้งความเร็วรอบ		มือ	ระบบควบคุม
6	การเลื่อนแท่นเลื่อน	ขั้น	มือหมุน	ระบบควบคุม
7	การเปรียบเทียบระยะ	ตัด	สายตา	ระบบควบคุม
8	การตรวจสอบขนาด	เฉือน	เครื่องมือวัด	ใช้เวลาน้อยกว่า

2.1.3 ความแตกต่างระหว่างระบบเอ็นซีกับระบบซีเอ็นซี

ระบบซีเอ็นซีเป็นระบบที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากระบบเอ็นซี ดังนั้น ความแตกต่างระหว่าง ระบบซีเอ็นซี จะอยู่ที่ความสามารถของระบบควบคุม นั่นคือคอมพิวเตอร์ เมื่อนำระบบซีเอ็นซีไปควบคุมเครื่องจักรกล ความสามารถในการทำงานต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับเครื่องจักรกลเอ็นซีดังนี้

- การแสดงภาพจำลอง(Simulation) การทำงานตามโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปในระบบทางจอภาพ
- ความจุของหน่วยความจำที่เพิ่มมากขึ้น สามารถเก็บข้อมูลโปรแกรมได้มากขึ้น
- การแก้ไขและลบโปรแกรมสามารถทำได้ที่เครื่องจักรโดยตรง
- สามารถส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำภายนอกได้
- ระบบความปลอดภัยมีมากขึ้น
- มีการชดเชยผิดพลาดที่เกิดจากการวัดและการส่งกำลัง
- มีโปรแกรมสำเร็จสำหรับการคำนวณต่างๆ เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน เป็นต้น

2.1.4 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ข้อดีของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีกับเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

- มีความยืดหยุ่นสูง ถ้าต้องการเปลี่ยนงานใหม่หรือต้องการแก้ไข ต้องเปลี่ยนแปลงเฉพาะโปรแกรมเท่านั้น

- ต้องรักษาความเที่ยงตรง(Accuracy) ให้อยู่ระดับเดียวกันตลอดช่วงความเร็วรอบและอัตราป้อนในการผลิต

- เวลาที่ใช้ในการผลิต(Production Time) สั้นกว่าเครื่องจักรกลธรรมดาทำให้ผลิตชิ้นงานได้มากขึ้น

- สามารถนำมาผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ง่าย

- การตั้งค่าเครื่องจักรกระทำได้ง่าย และใช้เวลาน้อยกว่าการผลิตด้วยวิธีอื่นๆ

- หลีกเลี่ยงการใช้ช่างควบคุมที่มีทักษะและประสบการณ์สูง

- ช่างควบคุมเครื่องเมื่อมีเวลาว่างจากการควบคุมเครื่อง ทำให้สามารถจัดเตรียมงานอื่นๆไว้ล่วงหน้าได้

- การตรวจสอบคุณภาพไม่จำเป็นต้องกระทำทุกขั้นตอนและงานทุกชิ้น

ข้อเสียของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีดังนี้

- ราคาของเครื่องจักรค่อนข้างสูง

- การบำรุงรักษาค่อนข้างยาก

- จำเป็นที่จะต้องใช้ช่างเขียนโปรแกรม(Part Programmer) ที่มีทักษะสูงและฝึกอบรมโดยเฉพาะ

- การซ่อมบำรุงต้องใช้ช่างที่มีประสบการณ์สูงที่ผ่านการอบรมมาโดยเฉพาะ

- ราคาของเครื่องมือที่ใช้ในการตัดเฉือน เช่น แกนเพลายึดใบมีด มีดกลึงแบบใช้อินเสิร์ต(Insert) เป็นต้น มีราคาสูง [2]

2.2 เครื่องจักรกลเอ็นซีและซีเอ็นซี

2.2.1 การทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซี

หลักการทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซีหรือซีเอ็นซี จะคล้ายกับเครื่องจักรกลทั่วไป โดยพื้นฐานเบื้องต้นแล้วเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานผลิตชิ้นงานเหมือนเครื่องจักรกลทั่วไป เช่นเครื่องกลึงซีเอ็นซี ก็ทำงานเหมือนเครื่องกลึงทั่วไป แต่ว่าระบบควบคุมเอ็นซีของเครื่องจะทำงานในขั้นต่างๆ แทนช่างควบคุมเครื่อง อย่างไรก็ตามก่อนที่เครื่องจักรจะทำงานได้ ระบบจะต้องรู้ก่อนว่าทำอะไร นั่นคือ ต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมก่อน

เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้วจะนำไปควบคุมเครื่องจักรกลให้ทำงาน แต่เนื่องจากเครื่องจักรกลเอ็นซีไม่มีมือสำหรับหมุนมือหมุนให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้ดังนั้น แท่นเลื่อนต่างๆ จะต้องป้อนมอเตอร์ป้อน (Feed motor) ประกอบอยู่ เช่น เครื่องกลึงซีเอ็นซีจะมีการเคลื่อนที่ 2 แนวแกน ก็จะมีมอเตอร์ป้อน 2 ตัว

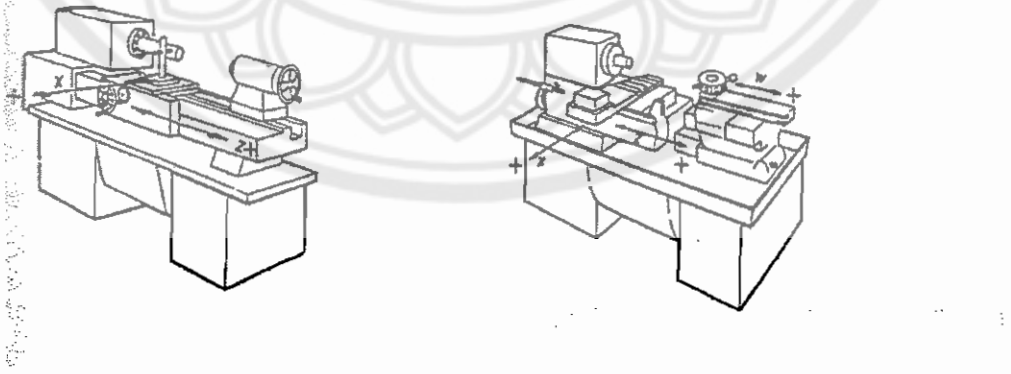
เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้ว ก็จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อยไม่สามารถไปขับหมุนมอเตอร์ให้ทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive amplified) และส่งต่อไปยังมอเตอร์ป้อนของแนวแกนที่ต้องการการเคลื่อนที่

ความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน จะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้ ช่างควบคุมเครื่องอาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าจะต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปอีกเป็นระยะทางเท่าใด แต่ระบบซีเอ็นซีมองไม่เห็น จึงต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถบอกตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมรู้ได้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่าระบบวัดขนาด(Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยแนวสเกลตรง (Linear Scale) จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใดแล้ว

หลังจากการควบคุมทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปทรงและขนาดที่ต้องการได้ จากลักษณะสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรกลทั่วไป ทำให้เครื่องจักรกลเอ็นซีและซีเอ็นซี เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรมอัตโนมัติ และมีปริมาณความ ต้องการใช้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ [2]

2.2.2 เครื่องกลึงเอ็นซี (NC Latch Machines)

เครื่องกลึงเอ็นซีส่วนใหญ่จะมีแนวแกน 2 แนวแกน ดังรูป 2.1



ก.แบบ 2 แนวแกน ข. แบบ 3 แนวแกน

รูปที่ 2.1 **เครื่องกลึงเอ็นซี** แบบ 2 แกนและแบบ 3 แกน

2.3 ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วยตัวเลข

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วนคือ

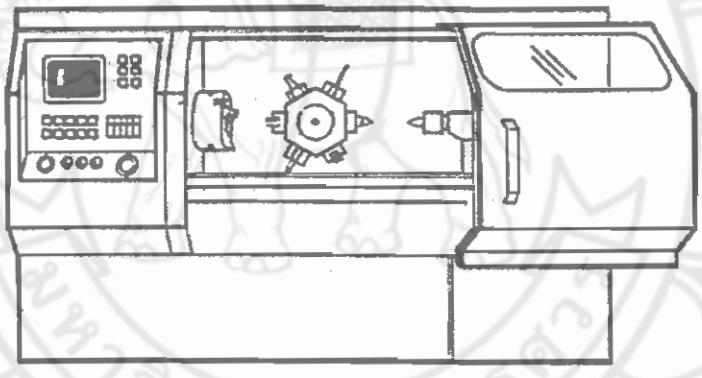
ก. เครื่องจักรกล ทำหน้าที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้

ข. ระบบซีเอ็นซี ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการตัดเฉือนทั้งหมด

ขั้นตอนที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงาน

ช่างควบคุมเครื่องจะป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบแล้วระบบจะนำโปรแกรมป้อนไปยังระบบควบคุมเครื่องจักรกล ซึ่งเป็นรูปแบบของโปรแกรมซีเอ็นซี จากนั้นเริ่มทดลองโปรแกรม สังเกตการตัดเฉือนในแต่ละขั้นถ้ามีข้อผิดพลาดช่างควบคุมเครื่องต้องทำการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ช่างควบคุมเครื่องจึงต้องมีความรู้ทั้งระบบ

2.3.1 องค์ประกอบของเครื่องกลึงซีเอ็นซีที่ควบคุมได้

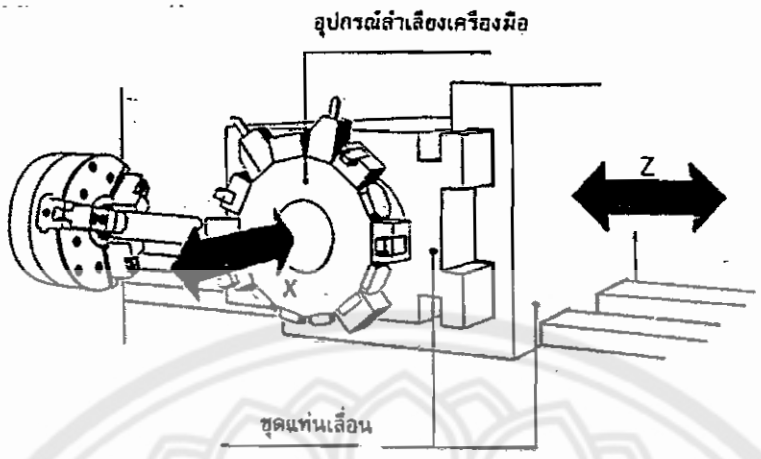


รูปที่ 2.2 เครื่องกลึงซีเอ็นซี

ก. แนวแกนป้อน (Feed axes)

แนวแกน หมายถึง แนวการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของเครื่องจักรกล เช่น โต๊ะงาน เพลาหัวเครื่อง อุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีแนวแกนป้อนหลายแกนทำให้ได้ชิ้นงานตามที่ต้องการ แนวแกนต่างๆถูกกำหนดตามมาตรฐานสากลภายใต้เรื่อง Coordinate axes and direction of movement for numerically machinery **โดยใช้ ตัวอักษร** X, Y **และ**Z **แทนแนวแกน ดังรูป** 2.3

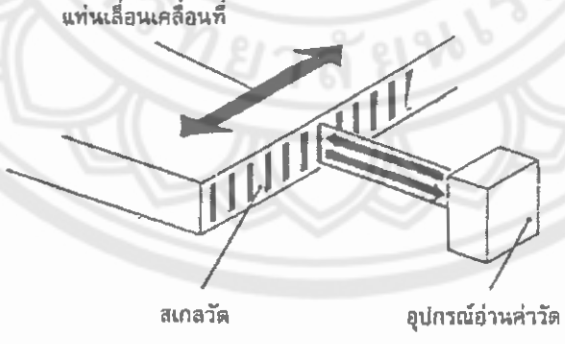


รูปที่ 2.3 เครื่องกลึงซีเอ็นซีแบบ 2 แกน

ข. ระบบวัดขนาด(Measuring system)

- การวัดตำแหน่งโดยตรง

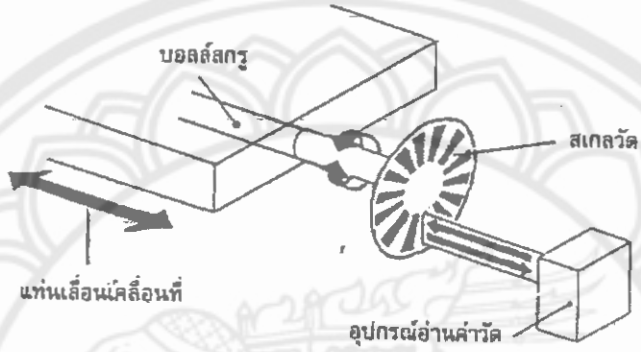
จะใช้สเกลวัด (measuring scale) ยึดกับแท่นเลื่อนดังที่แสดงในรูปที่2.11ข้อดี ระบบขับจะไม่มีผลกระทบต่อค่าที่อ่านได้ อุปกรณ์อ่านค่าที่วัดได้ (Measuring valve resolver) อ่านข้อมูลจากขีดสเกลวัด จากนั้นจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า แล้วส่งต่อไปยังระบบควบคุมต่อไป



รูปที่ 2.4 การวัดตำแหน่งโดยตรง

- การวัดตำแหน่งโดยอ้อม

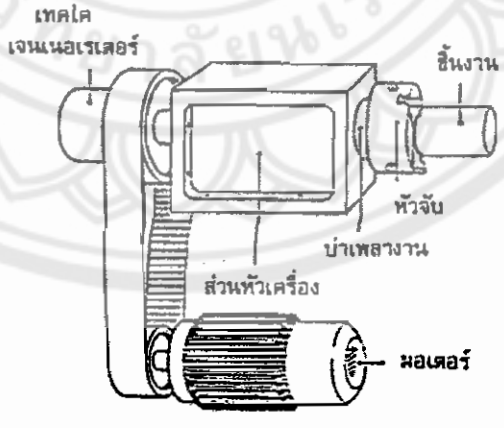
แท่นเลื่อนจะเป็นตัวรับกำลังขับมาจากการหมุนของบอลล์สกรู จากนั้นอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด จะทำการบันทึกการหมุนของจานสัญญาณ และส่งไปยังระบบควบคุมเครื่อง จากนั้นระบบจะใช้สัญญาณที่ได้รับไปคำนวณหาระยะทางการเลื่อนของแท่นเลื่อนจากสัญญาณการหมุนของจานสัญญาณดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 การวัดตำแหน่งทางอ้อม

ค. เพลางาน(Work Spindle)

เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญมาก มีหน้าที่ขับพาให้เครื่องมือเช่น มีดกลึง ดอกสว่าน เป็นต้น



รูปที่ 2.6 เพลางานของเครื่องกลึง

ง. อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน(Workpiece holding devices)

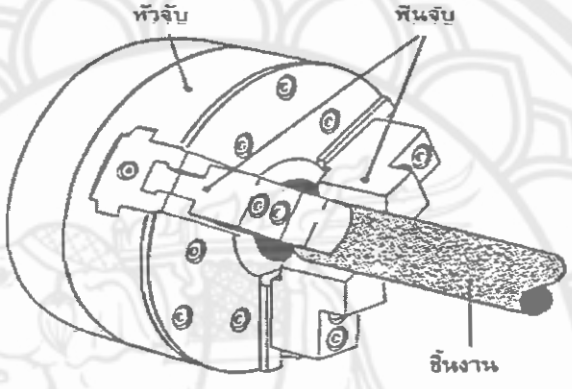
ซึ่งจัดเตรียมไว้สำหรับจับยึดชิ้นงานเข้ากับเพลาในงานกลึง อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานมีหลายชนิด ได้แก่

-หัวจับ2, 3, และ4 ฟันจับ

-หน้าจานจับเพื่อจับชิ้นงานที่มีรูปทรงไม่สมมาตร

-ยันศูนย์ สำหรับเพลางานและเพลาของชุดยันศูนย์ท้ายแท่น

-แท่นประคอง



รูปที่ 2.7 หัวจับงานกลึง

2.3.2 การควบคุมหน้าที่การทำงานของเครื่องจักรกล(Control of machine function)

ระบบซีเอ็นซีมีหน้าที่หลักคือควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือ และยังทำหน้าที่ควบคุมการทำงานอื่นๆได้ อีกทั้งช่วยเสริมการทำงานตัดเฉือนให้เหมาะสมกับการทำงาน

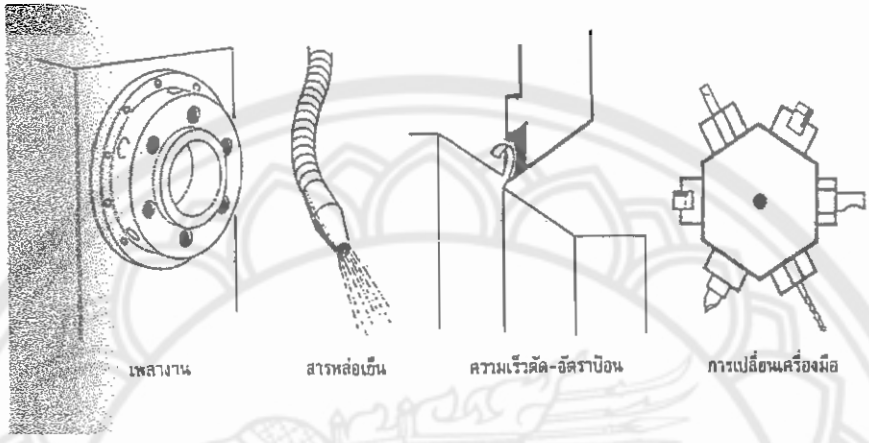
ตัวอย่างการทำงานต่างๆ ที่ต้องใช้โปรแกรมในการทำงานดังรูปที่ 2.7 ดังนี้

1. การเริ่มหมุนของเพลางาน ทิศทางการหมุนและการเปลี่ยนความเร็วรอบ
2. การกำหนดตำแหน่งเพลางาน
3. **การเปิดสารหล่อเย็น**
4. **การรักษาอัตราป้อนให้คงที่**
5. **การเปลี่ยนตำแหน่งของเครื่องมือ**
6. **การรักษาความเร็วตัดให้คงที่**
7. **ชุดยันศูนย์ท้ายแท่น(Tail-stock)**
8. **อุปกรณ์ใส่และถอดชิ้นงาน(Load and unloader)**

9. แท่นประคองศูนย์ (Steady rest)

10.อุปกรณ์ลำเลียงเศษ (chip conveyor)

11. Sorter



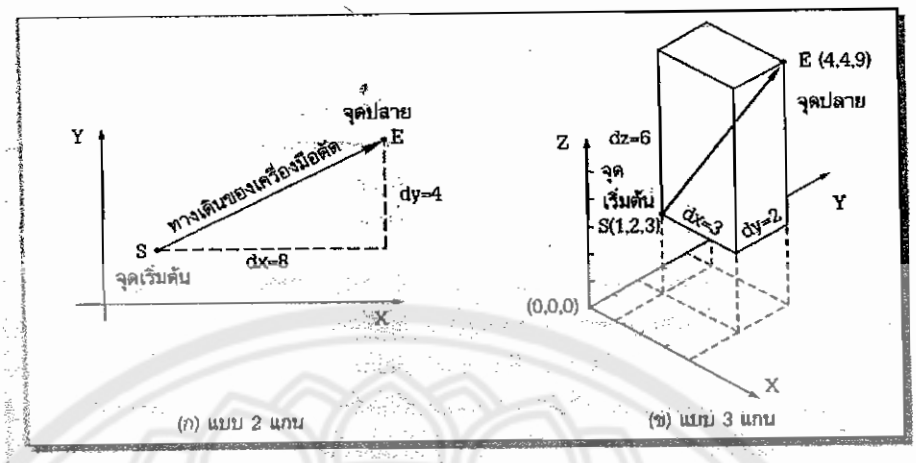
รูปที่ 2.8 หน้าที่การทำงานของเครื่องจักรกล

2.3.3 การควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนต่างๆ ของเครื่องซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 5 ชนิดคือ

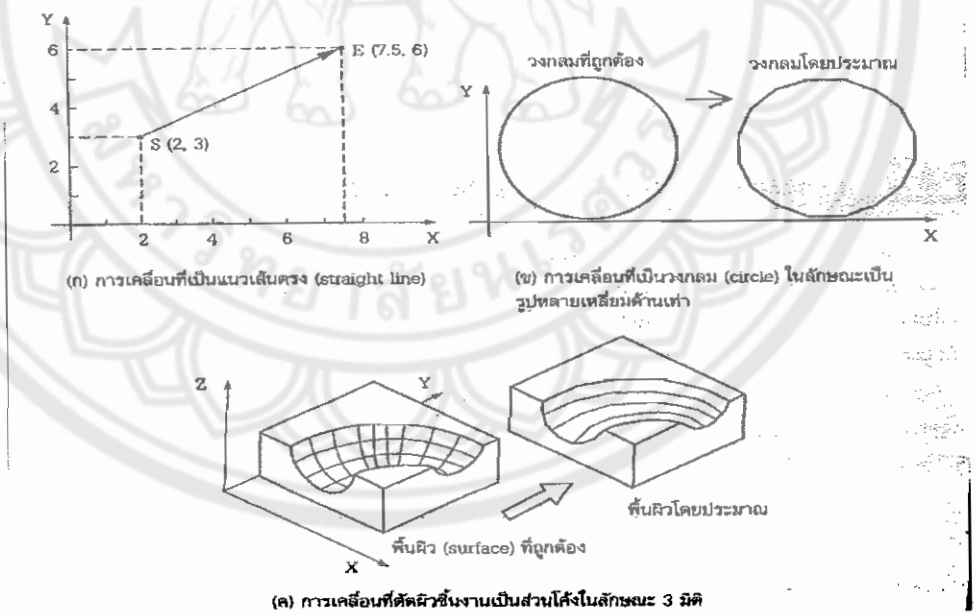
ก. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear interpolation)

ซึ่งเครื่องมือตัดจะเคลื่อนที่จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายเป็นแนวเส้นตรง ในขณะเดียวกันระบบซีเอ็นซีก็จะทำการคำนวณเปรียบเทียบ โดยให้จุดปลายของเส้นแรกนั้นเป็นจุดเริ่มต้นของการเคลื่อนที่ไปยังจุดใหม่ต่อไป



รูปที่ 2.9 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

หลักการดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงานของเครื่องมือตัดหลายชนิด ตัวอย่างการเคลื่อนที่ตัดเฉือนผิวชิ้นงานในแนวเส้นตรงแสดงดังรูปที่ 2.10

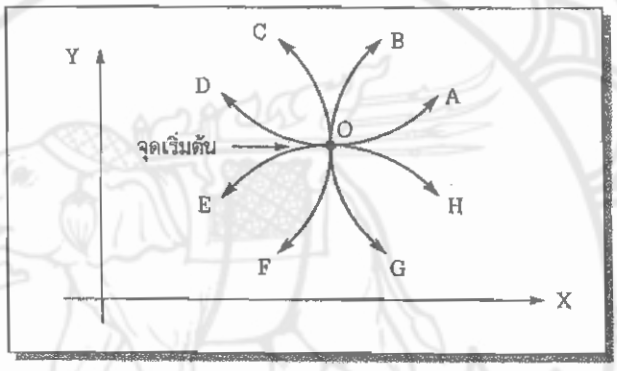


รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง

ข. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง(Circular interpolation)

การเคลื่อนที่ดังกล่าวลักษณะการเคลื่อนที่คล้ายกับการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงระยะสั้นมาก ปกติขนาดของสัญญาณพัลส์ที่ส่งไปควบคุมมอเตอร์มีค่าประมาณ 0.0001 หรือ 0.0002 นิ้ว ระบบจะคำนวณหาจุดต่อกันของเส้นตรงตามขนาดของรัศมี ขณะเดียวกันเครื่องมือตัดและชิ้นงานจะเคลื่อนที่สัมพันธ์กันจึงเกิดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง ข้อดีคือมีความคงที่ในขณะเครื่องมือตัดเฉือนชิ้นงานผิวโค้ง

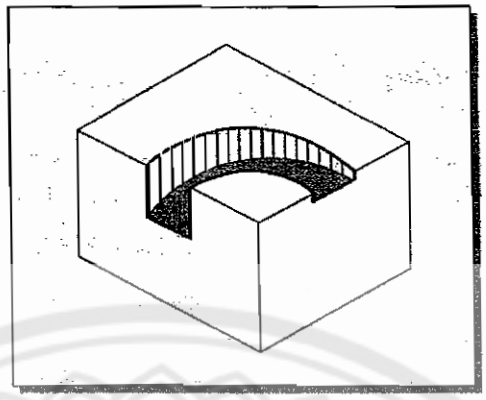
ลักษณะการเคลื่อนที่จำแนกได้ 8 ลักษณะดังรูปที่ 2.11 กำหนดให้ O คือจุดเริ่มต้นของเส้นโค้ง ตำแหน่ง A, B, C, D, E, F, G, H คือจุดปลายการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง



รูปที่ 2.11 การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 8 ลักษณะ จากจุดเริ่มต้นที่กำหนด

ค. การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล (Helical interpolation)

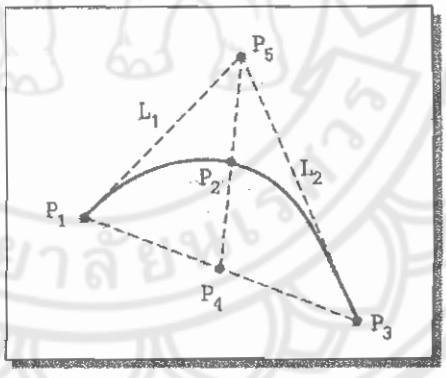
การเคลื่อนที่เป็นการผสมกันของการเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง 2 แกน กับการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงอีก 1 แกน การเคลื่อนที่นี้จะใช้ในงานกัดเกลียวในและกัดเกลียวนอกที่มีขนาดใหญ่(large internal and external thread) ตัวอย่างการเคลื่อนที่แบบเฮลิคอลแสดงดังรูป 2.12



รูปที่ 2.12 การเคลื่อนที่แบบเฮลิคอล

ง. การเคลื่อนที่แบบพาลาโบลิก (parabolic interpolation)

เป็นการกำหนดโดยไม่ใช้จุดที่ไม่อยู่ในแนวแกนเส้นเดียวกัน 3 จุด ลักษณะของเส้นโค้งพาราโบลิกที่กำหนดจุด 3 จุด ประกอบด้วย P_1, P_2, และ P_3 โดยที่ P_1 และ P_3 คือจุดปลายของเส้น ส่วน P_2คือจุดกึ่งกลางที่อยู่ระหว่าง P_4 และ P_5 ส่วน P_4 คือจุดกึ่งกลางระหว่าง P_1 และ P_3 เส้นตรง L_1 และ L_2 คือ เส้นที่ใช้ในการสร้างส่วนโค้งพาราโบลิก



รูปที่ 2.13 การเคลื่อนที่แบบพาราโบลิก

จ. การเคลื่อนที่แบบคิวบิก(Cubic interpolation)

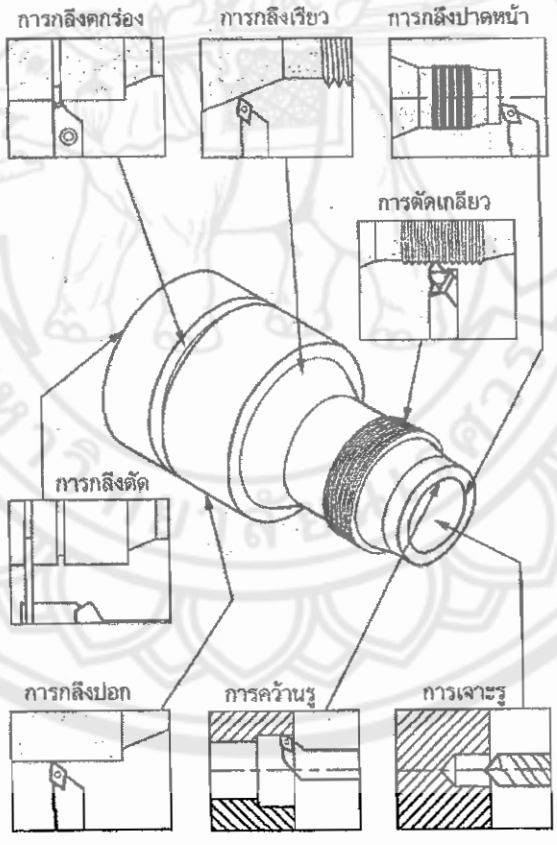
สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดได้ทุกรูปแบบนิยมใช้กับเครื่องซีเอ็นซีในการขึ้นรูปแม่พิมพ์ในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ที่ทำจากโลหะแผ่น เช่น ตัวถังรถยนต์ ฝาครอบเครื่องยนต์ เป็นต้น[2],[3]

2.4 การเขียนโปรแกรมสำหรับงานกลึง

2.4.1 กระบวนการขึ้นรูปงานกลึง(Turning Processes)

กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องกลึงซีเอ็นซี ทั่วไปแบ่งได้ 7 ชนิดคือ

- งานปาด (facing)
- งานปอก (turning)
- งานตกร่อง (grooving)
- งานเจาะ (drilling)
- งานคว้าน (boring)
- งานตัดเกลียว (threading)
- งานตัดแยกชิ้นส่วน (parting off)



รูปที่ 2.16 แสดงกระบวนการขึ้นรูปในการกลึง

2.4.2 การจัดเตรียมเกี่ยวกับการทำงานของเครื่องกลึง(Preparatory Function)

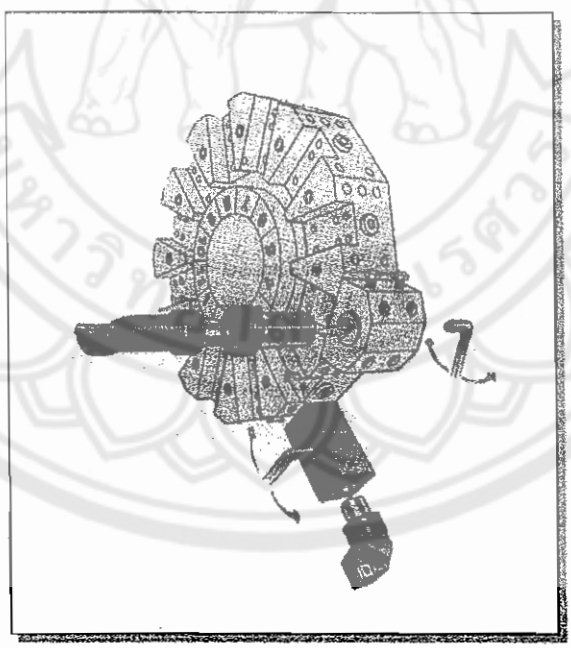
การจัดเตรียมการทำงาน หมายถึงการใช้คำสั่งรหัส G ใช้ควบคุมการทำงานในลักษณะต่างๆ คำสั่งนี้จะใช้ตัวเลข 2 หลักต่อท้ายตัวอักษร G เพื่อใช้แทนคำสั่งต่างๆ รหัสคำสั่ง G ที่ใช้กับเครื่องกลึงซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 2 ชนิด

- รหัสคำสั่ง G แบบ Modal เป็นกลุ่มคำสั่งที่ใช้งานบรรทัดต่อไปได้เรื่อยๆ จนกว่าจะมีคำสั่งเดียวกันมายกเลิก

- รหัสคำสั่ง G แบบ Nomodal เป็นกลุ่มคำสั่งที่ใช้ในเฉพาะบรรทัดเท่านั้น

2.4.3 การเลือกเครื่องมือตัด(Tool Selection)

การเลือกเครื่องมือตัดเพื่อติดตั้งบนเทอเรท (Turret) และชดเชยขนาดของเครื่องมือตัด กำหนดโดยใช้อักษรตัว T ตามด้วยเลขเครื่องมือ 4 หลัก ซึ่งเลข 2 หลักแรก หมายถึงเลขของเครื่องมือบนเทอเรท และเลข 2หลักหลัง หมายถึงการชดเชยขนาดของความยาว (offset number) ส่วนมากแล้วการกำหนดหมายเลขจะกำหนดได้ 12 หมายเลข รูปที่ 2.17 แสดงการติดตั้งเครื่องมือตัดบนเทอเรทของเครื่องกลึงซีเอ็นซี



รูปที่ 2.17 แสดงการติดตั้งเครื่องมือตัดบนเทอเรทของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

การกำหนดหมายเลขของเครื่องมือตัด และการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือในโปรแกรมเอ็นซีมีรูปแบบดังนี้[2]

T0101 หมายถึง เลือกเครื่องมือตัดเบอร์ 1 และหมายเลขการชดเชยขนาดความยาว 1

T0313 หมายถึง เลือกเครื่องมือตัดเบอร์ 3 และหมายเลขการชดเชยขนาดความยาว 13

T0500 หมายถึง เลือกเครื่องมือตัดเบอร์ 5 และยกเลิกการชดเชยขนาดความยาวของเครื่องมือตัด

2.4.4 การเลือกความเร็วตัดและความเร็วรอบของเพลาหัวเครื่อง(Spindle Speed Selection)

สามารถเลือกได้หลายคำสั่งดังรายละเอียดต่อไปนี้

- คำสั่ง G50 เป็นการปรับตั้งความเร็วรอบสูงสุด หน่วยรอบ/นาที (RPM) รูปแบบคำสั่งเป็นดังนี้

G50

- คำสั่ง G96 เป็นการปรับตั้งความเร็วตัดคงที่ รูปแบบคำสั่งเป็นดังนี้

G96

- คำสั่ง G97 เป็นการปรับตั้งความเร็วรอบคงที่ รูปแบบคำสั่งเป็นดังนี้

G97

2.5 **ทฤษฎีทางคณิตศาสตร์สำหรับซีเอ็นซี** (Mathematic theory for CNC)

2.5.1 Liner Interpolation

เป็นการควบคุมแกนของเครื่องจักร 2 แกนหรือมากกว่านั้นพร้อมกัน ส่วนควบคุมจะใช้ข้อมูลที่ได้รับจากโปรแกรมเพื่อมาคำนวณองศาหรือการตัดชิ้นส่วนของเส้นตรงความยาวที่เปลี่ยนแปลงจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสุดท้ายเป็นตัวกำหนดการแบ่งเส้นความชันแต่ละแกน เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของ Cutter ให้เสมือนการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียว

2.5.2 Circular Interpolation

เป็นการตัดส่วนโค้งของวงกลม จำนวนที่ตัดจะแปรผันตามขนาดของส่วนโค้งโดยขึ้นอยู่กับรัศมีของส่วนโค้ง จะเป็นตัวควบคุมคำนวณของ Cutter จากข้อมูลที่โปรแกรมมา ได้แก่

- **ทิศทางการเคลื่อนที่**(CW หรือ CCW) ตรวจสอบได้จาก Gcode ว่าเป็น G02 หรือ G03
- **จุดเริ่มต้นของส่วนโค้ง** (arc) สามารถอ่านค่าตำแหน่งของใบมีดขณะนั้น
- **จุดสิ้นสุดของส่วนโค้ง** (Arc) ได้จากค่าที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา
- **รัศมีส่วนโค้ง** (Radius) ได้จากค่าที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา

หลักการของ Contour approximation using line segment อาศัยการประมาณค่าของส่วนโค้งเส้นตรง

ก. ทำการหาความยาวของส่วนโค้งทั้งหมด

ข. กำหนดความละเอียดในการแบ่งส่วนโค้ง

ค. หามุมของเส้นตรงที่เกิดจากการแบ่งส่วนโค้ง

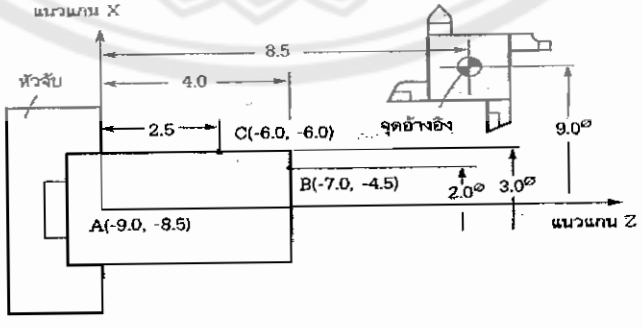
เมื่อทราบค่าต่างๆแล้ว ทำการเดินแท่นใบมีดไปตามเส้นตรงนั้นจะทำให้เกิดการกลึงแบบโค้ง

2.6 จุดอ้างอิงและระบบโคออร์ดิเนต (Reference Point and Coordinate System)

2.6.1 จุดอ้างอิง (Reference Point)

ตำแหน่งจุดอ้างอิงถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักร โดยใช้สวิตช์เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ทุกแนวแกน การกำหนดจุดอ้างอิงต้องมีความสัมพันธ์กับจุดศูนย์ของเครื่อง

ระบบซีเอ็นซีนี้ จะใช้จุดอ้างอิงในการกำหนดระบบโคออร์ดิเนตหรือเริ่มต้นการทำงานดังรูป 2.18 แสดงการใช้จุดอ้างอิงเป็นจุดเริ่มต้นของชิ้นงาน



รูปที่ 2.18 แสดงการใช้จุดอ้างอิงเป็นจุดเริ่มต้นของชิ้นงาน

ถ้าจุดตัดกันระหว่างเส้นผิวหน้าของหัวจับกับเส้นผ่านศูนย์กลางแนวแกน Z อยู่ที่จุด A (-0.9,-8.5) โดยวัดจากจุดอ้างอิง ดังนั้นการกำหนดโคออร์ดิเนตของจุดต่างๆ จะอาศัยการวัดเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิงและจุด A

2.6.2 การปรับตั้งระบบโคออร์ดิเนต(Coordinate System Setting)

เราใช้จุดอ้างอิง เพื่อให้เกิดความสะดวกต่อการคำนวณหาโคออร์ดิเนตของชิ้นงาน แล้วทำให้เขียนโปรแกรมง่ายขึ้นเพราะ ไม่ต้องคำนวณหาโคออร์ดิเนตของจุดต่างๆ

เราจะใช้คำสั่ง 2 คำสั่งคือ G50 และ G92

2.7 หลักเบื้องต้นเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซีด้วย CAD/CAM

ปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต เช่น การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ(Computer aided design) หรือ CAD การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการผลิต (Computer aided manufacturing) หรือ CAM อย่างแพร่หลายและได้รับความนิยมขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ เนื่องจาก CAD/CAM ทำให้ลดเวลาในการผลิต สินค้ามีคุณภาพดี ลดข้อผิดพลาดและของเสียจากกระบวนการผลิต เพิ่มผลผลิต ประหยัดค่าใช้จ่าย เป็นต้น

2.7.1 ประวัติความเป็นมาของ CAD/CAM

เริ่มมีขึ้นเมื่อประมาณ ค.ศ. 1950 ได้ประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ในงานวิศวกรรมเพื่อช่วยในการทำงานเป็นส่วนใหญ่ จากนั้นก็พัฒนาขึ้นเรื่อยๆจนความสามารถสูงขึ้น

สำหรับงานวิศวกรรมได้นำคอมพิวเตอร์การฟิกมาช่วยในการสร้างแบบเรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer aided design) และพัฒนามาใช้คอมพิวเตอร์ช่วยผลิตด้วยโยใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ผลิตสินค้าหรือผลิตชิ้นงานในโรงงานอุตสาหกรรม เรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต (Computer aided manufacturing) CADและ CAM ต้องนำมาใช้ร่วมกัน ซึ่งเป็นพื้นฐานในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม

การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยออกแบบและช่วยผลิต (CAD/CAM) มีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD)

- **ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบ (Design Tool)**
- **การสร้างรูปทรงเรขาคณิต (Geometric modelling)**
- เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ (Computer graphich)

องค์ประกอบของคอมพิวเตอร์ช่วยการผลิต (CAM)

- คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ (CAD)
- ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิต (Manufacturing Tools)
- การเชื่อมต่อระบบ (Network)

2.7.2 จุดมุ่งหมายของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยออกแบบ

ก. เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดขั้นตอนการทำงานโดยที่การออกแบบระบบเดิมจะเริ่มจากความคิดและทดลองออกแบบจนกระทั่งเขียนแบบคำสั่ง ซึ่งแต่ละขั้นต้องใช้เวลามาก ถ้านำคอมพิวเตอร์มาใช้จะช่วยลดเวลาแต่ละขั้นตอนลง

ข. เพิ่มคุณภาพของงาน การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยออกแบบทำให้การออกแบบมีความถูกต้องและแม่นยำ

ค. ลดปัญหาและข้อผิดพลาดเนื่องจากออกแบบโดยคอมพิวเตอร์ ทำให้เรามองเห็นภาพที่ชัดเจน ขณะที่ออกแบบสามารถแก้ไขหรือจัดมุมมองภาพในลักษณะต่างๆ ได้

ง. ใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการวางแผนการผลิต (CAPP) และใช้เป็นฐานข้อมูล ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยผลิต (CAM) การส่งข้อมูลจากกระบวนการ CADไป CAM สามารถทำได้ง่ายไม่จำเป็นต้องสร้างฐานข้อมูลใหม่

2.7.3 กระบวนการออกแบบ (Design Process)

ก. พิจารณาความต้องการและปัญหา เช่น ต้องการออกแบบอะไรจึงจะได้สินค้าตรงความต้องการของผู้บริโภค

ข. ทดลองออกแบบโดยร่างแบบคร่าวๆ หลายๆ แบบประกอบการพิจารณา

ค. วิเคราะห์แบบ หลังจากออกแบบเสร็จแล้วทำการวิเคราะห์งานว่าแต่ละแบบมีข้อดีข้อเสียอย่างไร

ง. ประเมินผล โดยประเมินว่าแบบใดมีความเหมาะสม หากไม่เหมาะสมก็นำไปออกแบบใหม่

จ. เขียนแบบคำสั่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบ

2.7.4 กระบวนการออกแบบด้วย CAD (CAD Process)

ระบบของ CAD ประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์และซอฟแวร์ โดยฮาร์ดแวร์ต้องประกอบด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง ส่วนซอฟแวร์จะเป็นโปรแกรมการสร้างภาพรวม

การสร้างภาพโดยระบบ CAD เป็นการสร้างภาพจากรูปทรงเรขาคณิต เช่น เส้นตรง วงกลม ฯลฯ สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

- การออกแบบรูปทรงเรขาคณิต (Geometric modelling)
- การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (Engineering analysis)
- การตรวจและประเมินผล (Design review and evaluation)
- การเขียนแบบโดยอัตโนมัติ (Automated drafting)