หน่วยที่ 2
หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีและความปลอดภัยในการใช้งาน

สาระการเรียนรู้

2.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.2 ระบบควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.3 ชนิดของการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.4 มาตรฐานของแนวแกนและการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.5 สัญลักษณ์และจุดต่างๆบนเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.6 การกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ และแบบต่อเนื่อง

2.7 ระบบการวัดตำแหน่งเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.8 ความปลอดภัยสำหรับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

สาระสำคัญ

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีแกนการเคลื่อนที่หลักอยู่ 3 แนวแกนคือแนวแกน X แนวแกน Y และแนวแกน Z โดยแกนทั้ง 3 จะตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยมีจุดศูนย์ หรือจุด Origin เป็นจุดตัดของทั้ง 3 แกน หรือตำแหน่งที่ มีค่า X=0, Y=0 และ Z=0 หรือ (X, Y, Z) = (0, 0 ,0) แนวแกนของเครื่องกลึงซีเอ็นซี จะประกอบด้วย แนวแกน X กำหนดให้เป็นขนาดความโตของเส้นผ่าศูนย์กลางชิ้นงาน และแนวแกน Z ซึ่งกำหนดให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแกนเพลาสปินเดิลหรือ ความยาวของชิ้นงาน สำหรับเครื่องกัดซีเอ็นซี จะประกอบไปด้วยแนวแกน X แนวแกน Y และแนวแกน Z โดยให้แนวแกน Z จะเป็นแนวแกนการเคลื่อนที่ในแนวเดียวกับแกนเพลาสปินเดิล

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจระบบควบคุมซีเอ็นซี
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจชนิดของการควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจสัญลักษณ์ตำแหน่งจุดต่าง ๆ บนเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
6. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์
7. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจการกำหนดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง
8. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจวิธีการวัดตำแหน่งของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
9. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจหลักของความปลอดภัยสำหรับการใช้งานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยที่ 2 จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้ถูกต้อง
2. อธิบายระบบควบคุมซีเอ็นซีได้ถูกต้อง
3. บอกชนิดของการควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้อย่างถูกต้อง

4. บอกแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ได้อย่างถูกต้อง
5. อธิบายสัญลักษณ์ตำแหน่งจุดต่าง ๆ บนเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้อย่างถูกต้อง
6. บอกความหมายของการกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ได้ถูกต้อง
7. บอกความหมายของการกำหนดกำหนดตำแหน่งแบบต่อเนื่องได้ถูกต้อง
8. บอกวิธีการวัดตำแหน่งของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้ถูกต้อง
9. บอกหลักของความปลอดภัยสำหรับการใช้งานเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้

2.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มีลักษณะการทำงานเหมือนกับเครื่องจักรกลที่ควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยมีทูลหรือเครื่องมือตัดจะทำหน้าที่เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามแกนการเคลื่อนที่ แต่จะมีข้อแตกต่างกันตรงที่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีนั้นจะทำงานเป็นระบบอัตโนมัติโดยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมการเคลื่อนที่เวลาทำงานแทนที่จะใช้ช่างควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

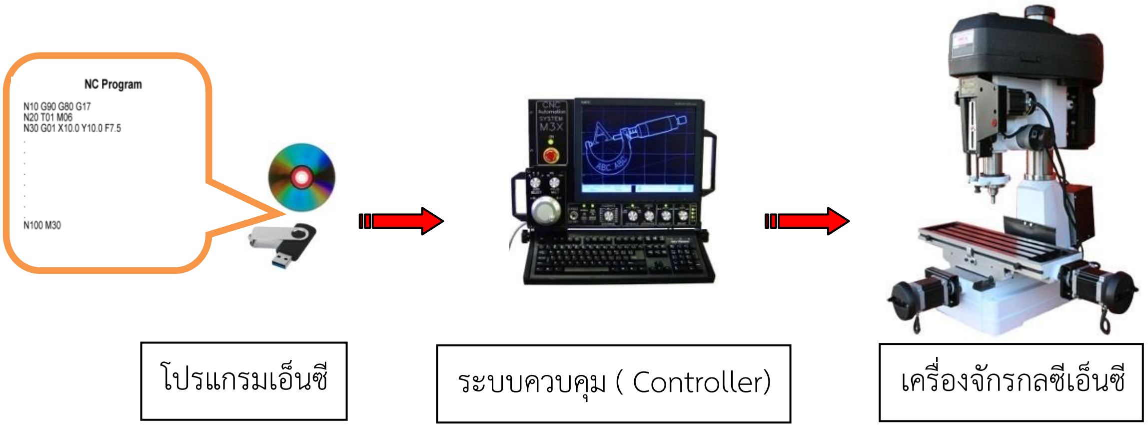
การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Movement) และการควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)
(**ที่มา** : สมบัติ ชิวหา. 2557 : 67)

2.1.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลทั่วไป

เครื่องจักรกลทั่วไปต้องใช้ช่างควบคุมในการหมุนเลื่อนโต๊ะงาน หรือเครื่องมือตัด เพื่อเคลื่อนที่เครื่องมือตัดหรือ ชิ้นงานให้เคลื่อนที่ไปตามระยะหรือตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วก็จะได้ชิ้นงานที่มีรูปทรง รูปร่างและขนาดตามที่ต้องการ โดยช่างควบคุมเครื่องจะต้องคอยเฝ้าดูตำแหน่งของคมตัดที่สัมผัสกับชิ้นงานที่กำลังตัดเฉือนอยู่ตลอดเวลา ช่างจะต้องหมุนมือหมุนเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน ช่างต้องคอยควบคุมอัตราป้อนซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุชิ้นงาน ซึ่งบางครั้งต้องลดค่าอัตราป้อนลงเมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อให้ได้ขนาดที่ถูกต้องตามแบบใบงาน

2.2.2 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้นระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งที่ระบบ ที่ควบคุมการสั่งการเสียก่อนว่าจะต้องการให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นก่อนที่จะให้เครื่อง จักรกลซีเอ็นซีทำงานผู้ควบคุมต้องทำการป้อนโปรแกรมเอ็นซี เข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องโดยผ่านแป้นพิมพ์ หรือช่องทางอื่นๆเมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมเอ็นซีที่ผู้ควบคุม ป้อนเข้าไปแล้วก็จะไปควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานโดยการอาศัยมอเตอร์ป้อน เพื่อทำให้แท่นเลื่อนสามารถเคลื่อนที่ได้ เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้วจะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อเข้าไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน จึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ป้อนเพื่อควบคุมความเร็วและระยะทาง ของการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนแต่เนื่องจากระบบควบคุมซีเอ็นซีไม่สามารถมองเห็นได้ ซึ่งจะ แตกต่างกับช่างควบคุมเครื่องจักรกลทั่วไปที่อาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะทราบว่าต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปยังตำแหน่งระยะทางเท่าไร ดังแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

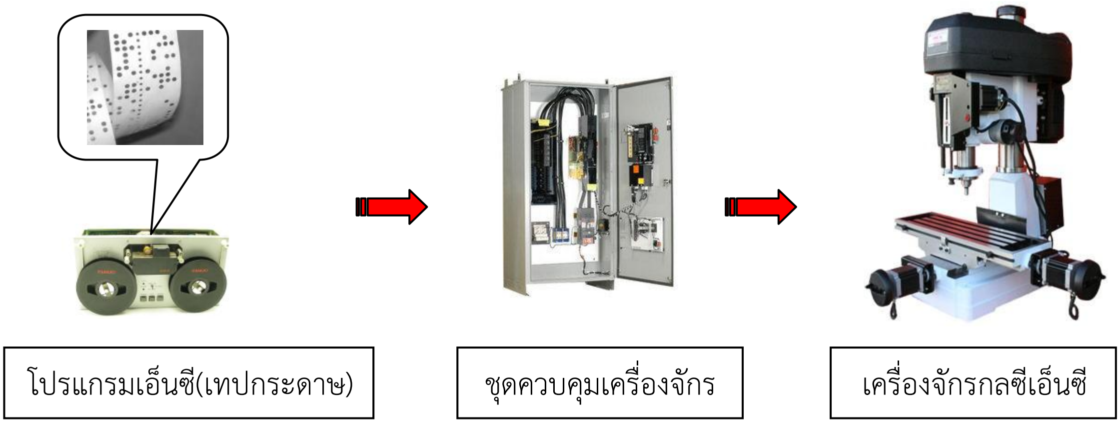
2.2 ระบบควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control System) จะใช้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ในการคำนวณ และประมวลผลทั้งหมด เช่น การควบคุมการทำงานของระบบขับเคลื่อนแนวแกนต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่องจักร ซีเอ็นซี ได้แก่ การควบคุมสัญญาณอินพุต (Input) และเอาต์พุต (Output) เพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ เครื่องจักร ซีเอ็นซีสมัยใหม่เกือบทั้งหมดจะใช้การควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซี แต่เนื่องจากยังอ้างถึงโปรแกรมเอ็นซี และเทคโนโลยีเอ็นซีอยู่ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องที่สำคัญที่จะต้องรู้ถึงความแตกต่างในการทำงานในระบบเอ็นซีกับระบบซีเอ็นซี

2.2.1 ลักษณะของระบบเอ็นซีและซีเอ็นซี

1. ระบบเอ็นซี (NC System) จะมีระบบควบคุมประกอบอยู่กับเครื่องจักรกลซึ่งจะต้องจัดเตรียมโปรแกรมเอ็นซี จากภายนอกเสียก่อน แล้วจึงป้อนเข้าไปในระบบควบคุม โดยอาศัยสื่อข้อมูล (Data Carriers) เช่น เทปกระดาษ (Punched Tape) โปรแกรมเอ็นซีที่ป้อนเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องจะถูกนำไปใช้เพื่อสั่งให้เครื่องเริ่มทำงานและหยุดชั่วคราวได้แต่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมโดยช่างผู้ควบคุมเครื่องได้ดังแสดงในรูปที่ 2.2

ขนาดของเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะถูกเลือกใช้ในขณะที่เขียนโปรแกรมไว้ก่อน และกำหนดไว้ในใบปรับตั้ง (Set-Up Sheet) ซึ่งช่างผู้ควบคุมเครื่องจะต้องจัดเตรียมและประกอบยึดเครื่องมือตลอดจนอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้ถูกต้องตามข้อมูลที่กำหนดไว้ในใบปรับตั้ง

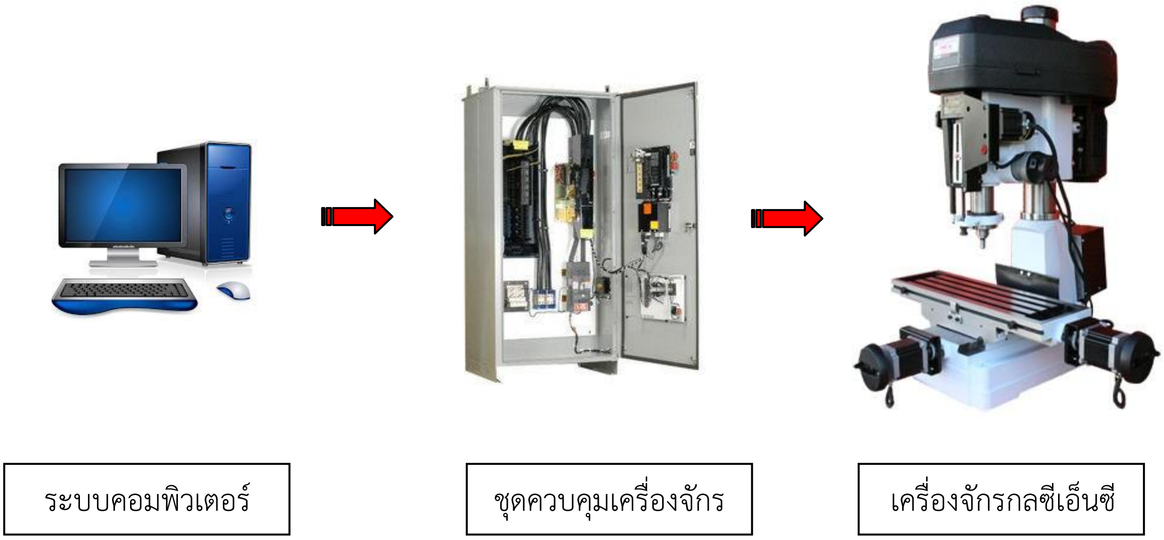


รูปที่ 2.2 แสดงระบบเอ็นซี

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2. ระบบซีเอ็นซี (CNC System) จะมีคอมพิวเตอร์ประกอบอยู่ด้วยดังนั้นช่างควบคุมเครื่องไม่เพียงแต่จะสามารถใช้โปรแกรมเอ็นซีสั่งให้เครื่องจักรทำงานได้เท่านั้น แต่จะยังเขียนและป้อนโปรแกรมด้วยตนเอง ตลอดจนการแก้ไขโปรแกรมได้หลังจากที่ป้อนโปรแกรมเข้าสู่ระบบของเครื่องจักรแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.3

ขนาดต่าง ๆ ของเครื่องมือตัดและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน สามารถที่จะเลือกใช้และป้อนเข้าไปในระบบควบคุมซีเอ็นซีได้ขณะทำการปรับตั้งและเป็นอิสระจาก ตัวโปรแกรมเอ็นซี ขนาดต่าง ๆ ของเครื่องมือจะถูกนำไปใช้โดยอัตโนมัติในขณะทำการ ตัดเฉือน ด้วยเหตุนี้ช่างควบคุมเครื่องจึงไม่ จำเป็นต้องมีข้อมูลในการปรับตั้งมาก และสามารถที่จะเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานได้ด้วยตนเองแต่หากจะพิจารณาถึงภาษาโปรแกรม (Programming Language) และเทคโนโลยีทางด้านการตัดเฉือนของเครื่องจักรกลที่ใช้ในระบบเอ็นซีกับซีเอ็นซีแล้ว นั้นจะไม่แตกต่างกัน

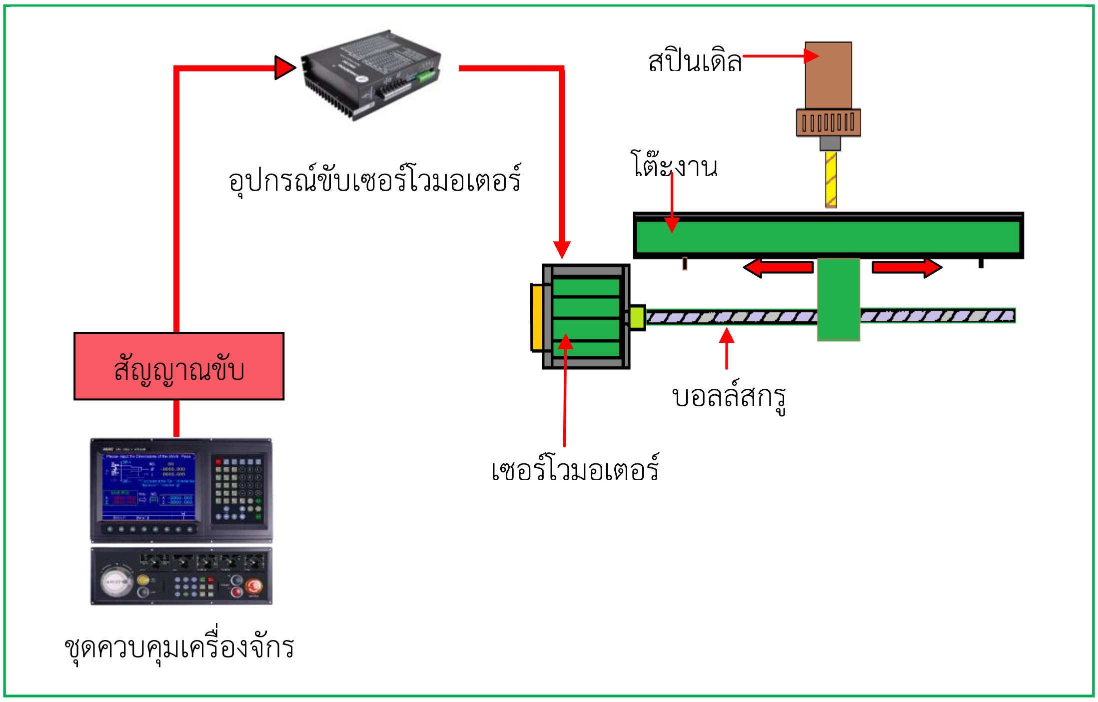


รูปที่ 2.3 แสดงระบบซีเอ็นซี
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ข้อแตกต่างระหว่างระบบเอ็นซี และระบบซีเอ็นซี คือ ระบบซีเอ็นซีจะมีคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม ส่วนระบบเอ็นซีนั้นไม่มีคอมพิวเตอร์ในการควบคุม และระบบซีเอ็นซี สามารถที่จะเรียกข้อมูล และเก็บข้อมูลของโปรแกรมเอ็นซีกลับมาใช้ใหม่ ได้ตลอดหรือถ้าข้อมูลเกิดความผิดพลาดก็สามารถแก้ไขได้ ส่วนระบบเอ็นซีถ้าข้อมูลเกิดความผิดพลาดต้องกลับไปแก้ที่เทปกระดาษเท่านั้น

2.2.2 ชนิดของระบบควบคุม

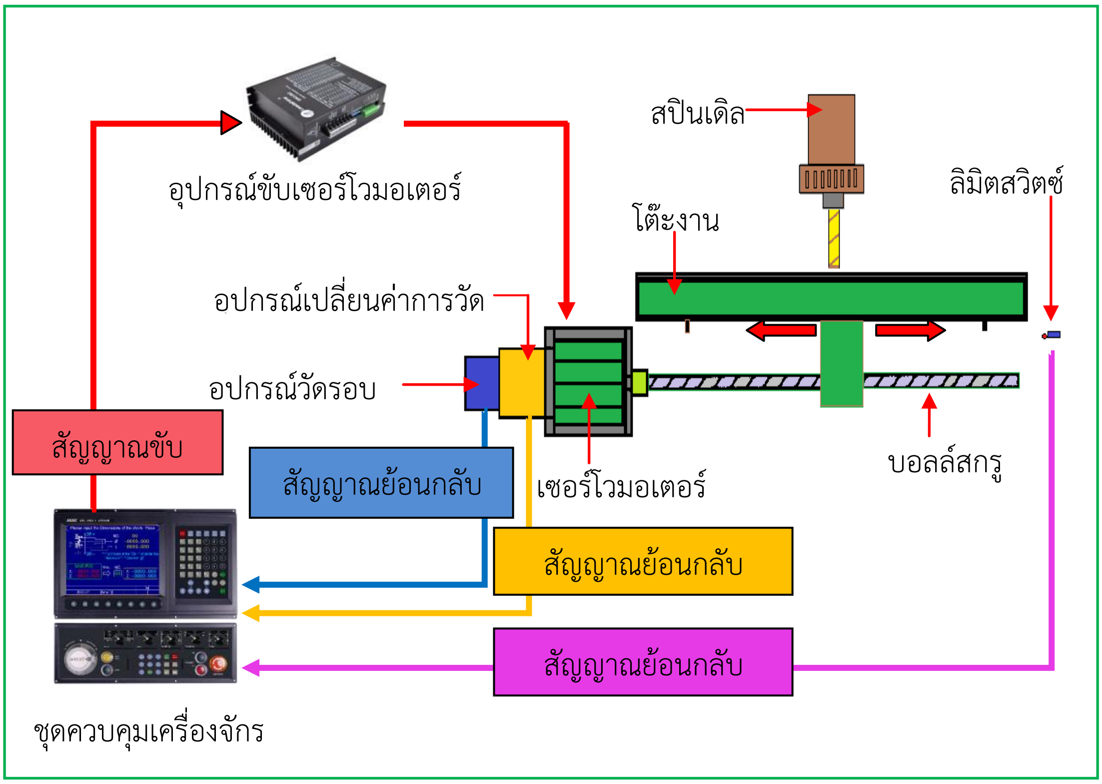
1. ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System) ระบบการควบคุมแบบนี้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะรับข้อมูลจากเครื่องอ่านเทปแม่เหล็กผ่านทางสายส่งข้อมูลแบบ RS232 หรือวิธีอื่น ๆ และเก็บข้อมูลในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ควบคุม เมื่อต้องการใช้ข้อมูลก็จะมีการส่งข้อมูลไปยังวงจรขยายสัญญาณ (Amplifier) แล้วจึงส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ขับโซโว ซึ่งมีทั้งอุปกรณ์ขับเซอร์โว กระแสสลับ (AC Servo Drive) และอุปกรณ์ขับเซอร์โวกระแสตรง (DC Servo Drive) ดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงระบบควบคุมแบบเปิด

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2. ระบบควบคุมแบบปิด (Close Loop Control System) ระบบการควบคุมแบบนี้ ได้มีการเพิ่มระบบส่งสัญญาณป้อนกลับมายังระบบคอมพิวเตอร์เพื่อตรวจสอบตำแหน่งและความเร็ว ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงระบบควบคุมแบบปิด

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.2.3 ส่วนประกอบของชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control Unit Component)

ชุดควบคุมซีเอ็นซีสามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบหลัก ๆ ได้ 3 ส่วนดังนี้

1. ชุดควบคุมการส่งข้อมูลเข้าออก โดยทั่วไปจะเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลและส่งออกเอ็นซี เช่น ชุดเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape Unit) ชุดหัวอ่านแผ่นดิสก์ และชุดเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2. ชุดควบคุมการส่งสัญญาณสู่เครื่องจักร โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การควบคุม การเชื่อมต่อ (Interface Control) การควบคุมแนวแกน (Axis Control) การควบคุมหน่วยจ่ายกำลัง (Power Supply Control) และการควบคุมเงื่อนไงการตัดเฉือน (Cutting Conditions Control)

3. ชุดคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปในระบบซีเอ็นซีหัวใจที่สำคัญของเครื่องจักร ซีเอ็นซี คือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ในระบบซีเอ็นซีจะทำหน้าที่เก็บข้อมูล คำนวณ ประมวลผลสั่งการ และยังเป็นตัวกลางในการติดต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบซีเอ็นซีกับตัวเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยจะทำงานผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยส่วนประกอบทั้ง 3 ส่วนจะทำงานสัมพันธ์กันดังแสดงในรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 แสดงชุดควบคุมซีเอ็นซี สำหรับเครื่องจักรกลอัตโนมัติ

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.3 ชนิดของการควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

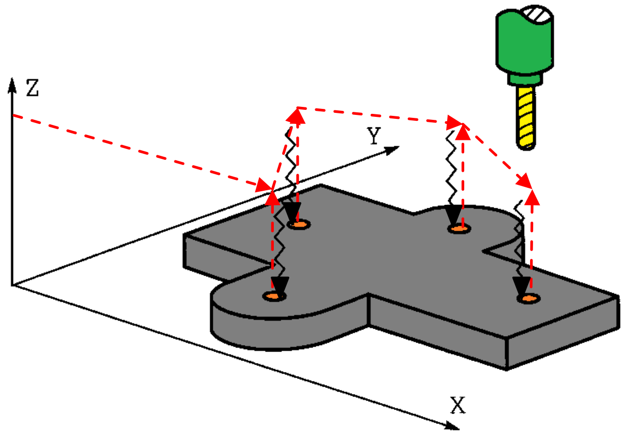
ลักษณะการควบคุมการเคลื่อนที่ทำงานของแท่นเลื่อนต่าง ๆ ในเครื่องจักรกลเอ็นซีและ ซีเอ็นซี มีการเคลื่อนที่อยู่ 2 ลักษณะ คือ

1 . การเคลื่อนที่เชิงเส้นตรง (Linear Interpolation หรือ (Straight line Interpolation) การเคลื่อนที่ในลักษณะนี้ ระบบซีเอ็นซีจะทำการคำนวณหาตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ในแนวเส้นตรงระหว่างตำแหน่งของทูล 2 ตำแหน่ง ในขณะที่ทูลเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น ระบบควบคุมซีเอ็นซีจะตรวจสอบและแก้ไขแนวแกนใน การเคลื่อนที่ให้ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้การเคลื่อนที่ของทูลนั้นไม่ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนออกจากจุดต่อของเส้นตรงมากกว่าค่าพิกัดความเผื่อของเครื่องที่กำหนด

2. การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (Circular Interpolation) ระบบควบคุมซีเอ็นซีคำนวณหาตำแหน่งของจุดต่าง ๆ ที่ต่อกันเป็นเส้นโค้งตามขนาดรัศมี (R) ที่กำหนดระหว่างตำแหน่งของทูลที่กำหนดไว้ 2 ตำแหน่ง ระบบควบคุมจะอาศัยจุดเหล่านี้ในการตรวจสอบและแก้ไขแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดให้ถูกต้องและอยู่ภายในพิกัดความเผื่อของเครื่องจักรกลที่กำหนด (**ที่มา** : ชาลี ตระการกูล. 2540 : 48)

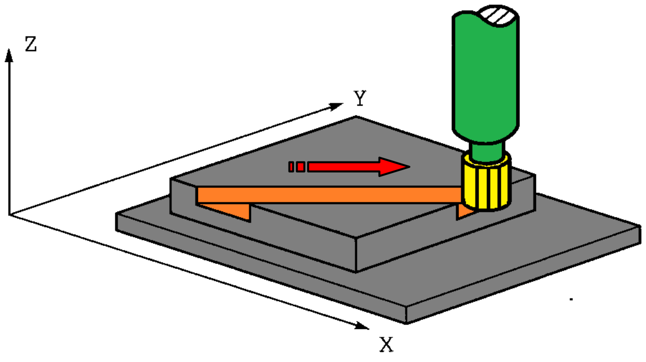
ในระบบควบคุมซีเอ็นซีแบ่งการควบคุมการเคลื่อนที่ทั้งแนวเส้นตรงและแนวเส้นโค้งออกเป็น 3ชนิด คือ

2.3.1 การควบคุมการตัดเฉือนแบบจุดต่อจุด การควบคุมแบบนี้จะควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดระหว่างจุดสองจุดที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ในลักษณะการเคลื่อนที่เร็ว(Rapid Traverse) โดยที่ทูลจะไม่สัมผัสชิ้นงาน การควบคุมจุดต่อจุดนิยมใช้เกี่ยวกับงานเจาะรูหรือใช้กับเครื่องเจาะ (Drilling Machine) และงานเชื่อมโดยใช้เครื่องเชื่อมจุด (Spot Welding) เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการเคลื่อนที่ของดอกสว่านที่ควบคุมการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่ง
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.3.2 การควบคุมการตัดเฉือนแนวเส้นตรง (Straight cut Controls) การควบคุมชนิดนี้ นอกจากจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของทูลแบบเคลื่อนที่เร็วได้แล้วยังสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดในแนวขนานกับแนวแกนของเครื่องจักรกลตามค่าอัตราป้อน นิยมใช้กับเครื่องกลึงและเครื่องกัดดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการควบคุมเคลื่อนที่ของมีดกัดที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยทำมุมเอียงกับแนวแกน

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

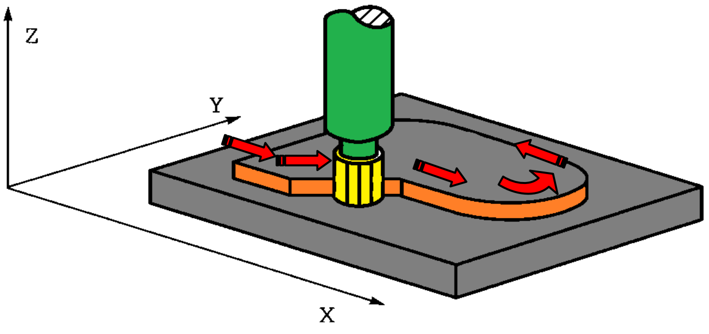
2.3.3 การควบคุมการตัดเฉือนตามเส้นขอบรูป (Contouring Controls) การควบคุมแบบนี้จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ทำงานได้ ดังนี้

1. ควบคุมทูลให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแบบเคลื่อนที่เร็ว

2. ควบคุมให้เคลื่อนที่ขนานกับแนวแกนไปยังตำแหน่งที่ต้องการตามค่าอัตรป้อน

3. ควบคุมทูลให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งใดๆ บนชิ้นงานที่กำหนดในแนวเส้นตรง และเส้นโค้ง ตามค่าอัตราป้อน นิยมใช้กับเครื่องกลึงและเครื่องกัด (**ที่มา** : สมบัติ ชิวหา. 2555 : 71)

การควบคุมตามเส้นขอบรูปยังสามารถแยกได้ตามการควบคุมการเคลื่อนที่ตัดเฉือนได้ตั้งแต่ 2 ถึง 5 แกนการเคลื่อนที่ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องจักรกลดังแสดงในรูปที่ 2.9

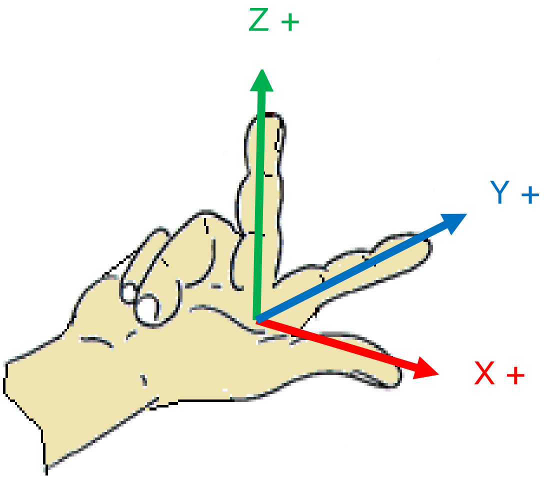


รูปที่ 2.9 แสดงการควบคุมเคลื่อนที่ของมีดกัดที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นขอบรูปแบบ 2 แกน

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

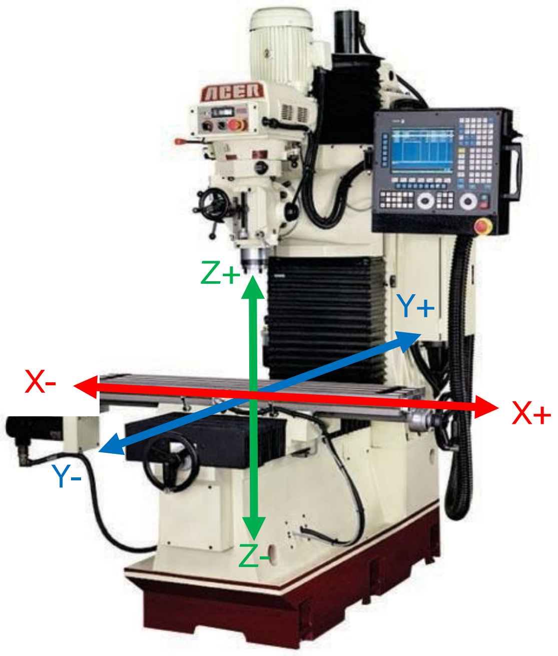
2.4 มาตรฐานของแนวแกนและการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ทิศทางการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion) ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ใช้โคออร์ดิเนต X, Y, Z (Cartesian or Rectangular Coordinate System) เป็นหลักโดยแกนทั้ง 3 ตั้งฉากซึ่งกันและกัน และมีทิศทางตามกฎมือขวา หรือมาตรฐาน ISO 841 หรือ DIN 66 โดยมีจุดศูนย์ (หรือจุดเริ่มต้น) เป็นจุดตัดของแกนทั้ง3 แกน หรือตำแหน่งที่มีค่า X=0, Y=0, และ Z=0 หรือ (0, 0, 0) ดังแสดงในรูปที่ 2.10

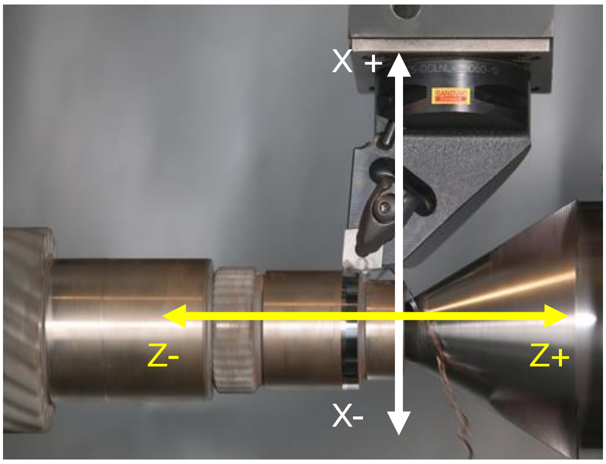


รูปที่ 2.10 แสดงกฎมือขวาใช้ในการกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

โดยมาตรฐานสากลทั้งเครื่องกัดและเครื่องกลึง ให้ทิศทางบวกของแกน Z อยู่ในแนวเดียวกันกับ แกนของเพลาจับเครื่องมือตัดของเครื่องจักร การทำงานของเครื่องจักรเป็นการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัด เทียบกับแกนหรือโคออร์ดิเนตที่กำหนดบนชิ้นงาน ค่าลบที่โคออร์ดิเนตใด ๆ หมายถึงระยะทางที่เครื่องมือตัดเคลื่อนที่เข้าในเนื้อของชิ้นงานทำให้เนื้อของวัสดุบริเวณที่ไม่ต้องการออกซึ่งสามารถหาแนวแกนได้โดยใช้กฎมือขวา ดังแสดงในรูปที่ 2.11-2.12



รูปที่ 2.11 แสดงแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซีแนวตั้งโดยใช้กฎมือขวาหาแนวแกน
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

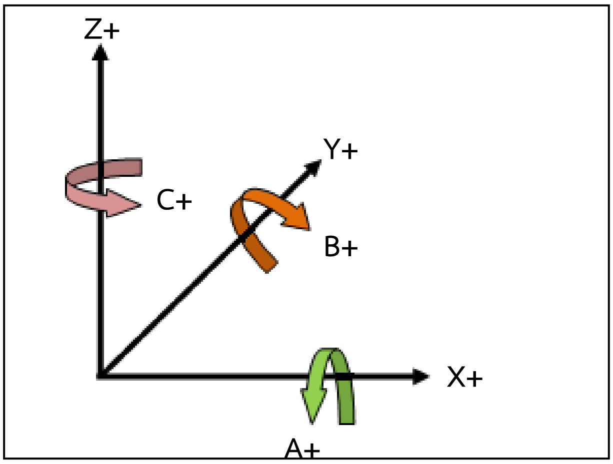


รูปที่ 2.12 แสดงแกนการเคลื่อนที่หรือโคออร์ดิเนตของเครื่องกลึงซีเอ็นซี 2 แกน
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

เครื่องจักรกลที่มีการเคลื่อนที่ผสมทั้งการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น หรือตามแนวยาวของแกน X, แกน Y และแกน Z และการเคลื่อนที่แบบเชิงมุม หรือโคออร์ดิเนต A, B และ C โดยทิศทางของการเคลื่อนที่เชิงมุมจะเทียบกับ X, Y และ Z ดังแสดงในรูปที่ 2.13 โดย

- โคออร์ดิเนต A เป็นการหมุนรอบแกน X
- โคออร์ดิเนต B เป็นการหมุนรอบแกน Y
- โคออร์ดิเนต C เป็นการหมุนรอบแกน Z

ทิศทางบวกของโคออร์ดิเนตหรือมุม A, B และ C มีทิศทางตามกฎมือขวาดังแสดงในรูปที่ 2.14 (**ที่มา** : สมจิตร จอมคำสิงห์. 2558 : 60)



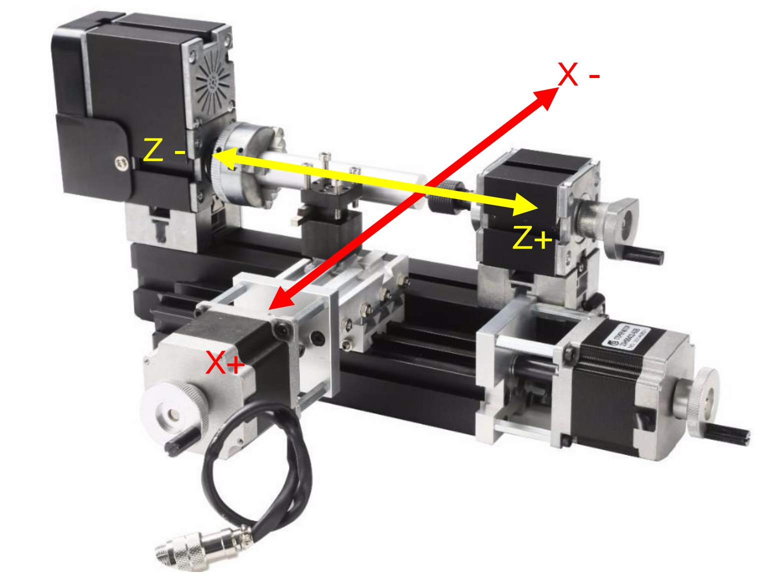
รูปที่ 2.13 แสดงโคออร์ดิเนตของการเคลื่อนที่เชิงเส้น X, Y, Z และการเคลื่อนที่เชิงมุม A, B และ C
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

รูปที่ 2.14 แสดงกฎมือขวาในการกำหนดทิศทางบวกของมุมแกน A หมุนรอบแกน X
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.4.1 แนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกลึงซีเอ็นซี

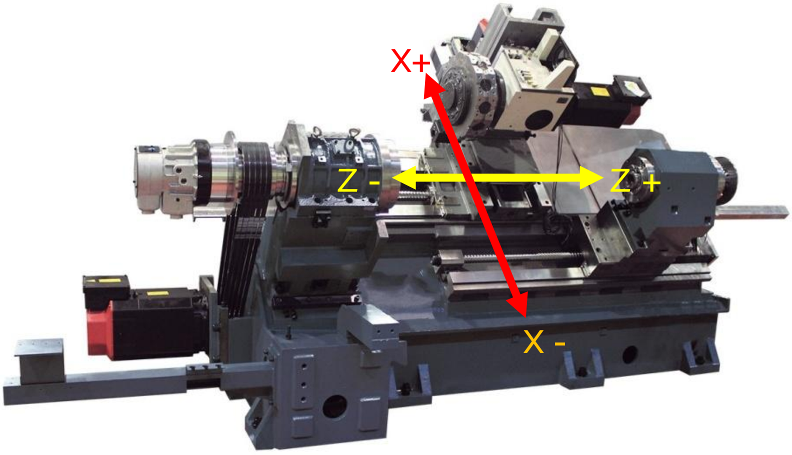
เครื่องกลึงซีเอ็นซีที่ใช้กันทั่วไปเป็นเครื่องกลึง 2 แกนได้แก่ แกน X คือ แกนในแนว เส้นผ่านศูนย์กลางของชิ้นงาน และแกน Z คือ แกนในแนวความยาวของชิ้นงาน โครงสร้างและตำแหน่ง การติดตั้งทูลของเครื่องกลึง แยกออกเป็น 2 แบบ คือ

1. เครื่องกลึงแบบรางเลื่อนแบน (Flat Bed) มีเครื่องมือตัดอยู่ระหว่างผู้ควบคุมเครื่อง และเพลาหัวจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดอยู่ทางฝั่งด้านหน้าของเครื่องจักร ซึ่งผู้ควบคุมเครื่องสามารถสังเกตการเคลื่อนที่ของทูลได้อย่างสะดวก ดังแสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกลึงซีเอ็นซีแบบ Flat Bed
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2. เครื่องกลึงแบบรางเลื่อนเอียง (Slope Bed) มีตำแหน่งเครื่องมือตัดอยู่ด้านหลังชิ้นงานหรือชิ้นงานอยู่ระหว่างผู้ควบคุมเครื่องและเครื่องมือตัด โครงสร้างของแท่นเครื่องเอียงทำมุมมากกว่า 45 องศา ซึ่งทำให้เศษวัสดุ (Chip) ไหลออกจากเครื่องได้ง่ายและสะดวก ดังแสดงในรูปที่ 2.16 เครื่องกลึงซีเอ็นซีส่วนใหญ่จะมีรางเลื่อนแบบนี้



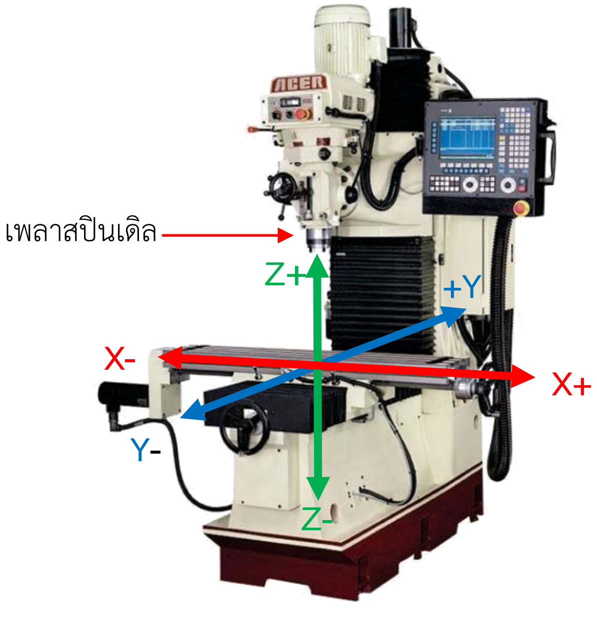
รูปที่ 2.16 แสดงแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกลึงแบบ Slope Bed

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.4.2 แนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซี

เครื่องกัดซีเอ็นซีโดยทั่วไปมีแกนป้อนหลัก 3 แกน คือ X, Y และ Z โดยโคออร์ดิเนตของ งเครื่องกัด 3 แกน จะขึ้นอยู่กับตำแหน่งการติดตั้งของเพลาหัวจับเครื่องมือตัด โดยแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

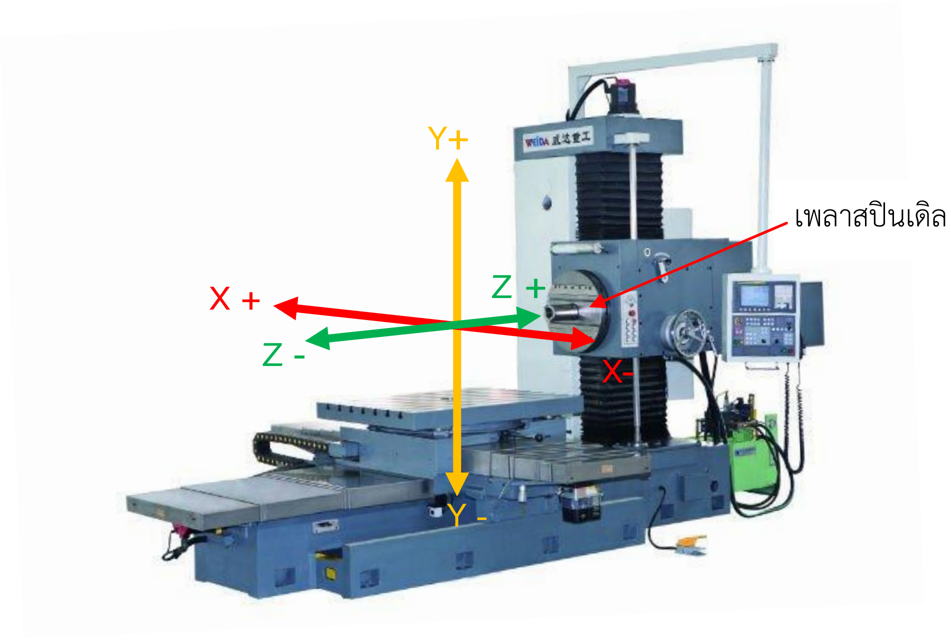
1. แบบเพลาหัวจับเครื่องมือตัด (สปินเดิล) ติดตั้งในแนวตั้ง โดยที่แนวแกน X เป็นการเคลื่อนที่ซ้าย-ขวาของโต๊ะวางชิ้นงานแนวแกน Y เป็นการเคลื่อนที่ เข้า -ออกของโต๊ะวางชิ้นงาน และแนวแกน Z เป็นการเคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวขึ้นลงของเครื่องมือตัดเมื่อเทียบกับชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 แสดงแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซีแนวตั้ง 3 แนวแกน

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2. แบบเพลาหัวจับเครื่องมือตัดตัด (สปินเดิล) ติดตั้งในแนวนอน เครื่องกัดแนวนอนมี แกน Z อยู่ในแนวนอน เป็นการเคลื่อนที่เข้า -ออกของเครื่องมือตัดเมื่อเทียบกับชิ้นงาน ทิศทางบวกชี้เข้าหาเพลาหัวจับเครื่องมือตัด ซึ่งติดตั้งอยู่ในแนวนอน แนวแกน X เป็นการเคลื่อนที่ซ้าย -ขวาของโต๊ะวางชิ้นงาน และแนวแกน Y เป็นการเลื่อนที่ขึ้น-ลง ดังแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 แสดงแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องกัดซีเอ็นซีแนวนอน 3 แนวแกน

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

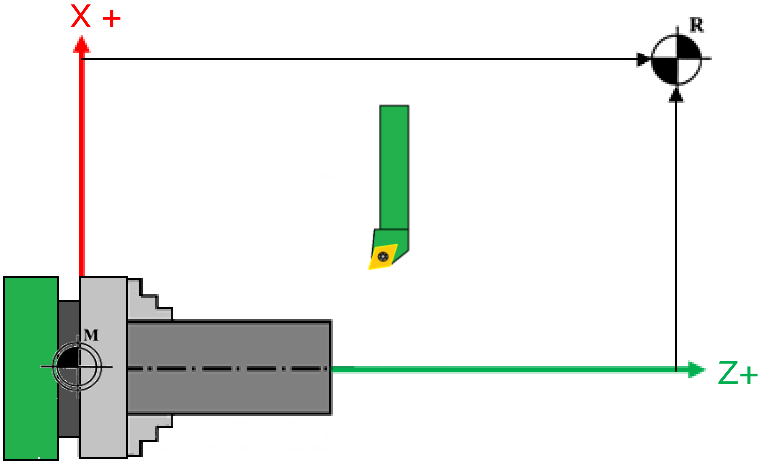
2.5 สัญลักษณ์และจุดต่างๆบนเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.5.1 จุดศูนย์เครื่อง (Machine Zero Point) ใช้สัญลักษณ์

ตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่องจักรจะถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จุดศูนย์ ของเครื่องจะใช้เป็นจุดศูนย์ของระบบโคออร์ดิเนตของเครื่องจักรกล และใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับ โคออร์ดิเนตอื่น ๆ และยังใช้เป็นจุดอ้างอิงในเครื่องจักรกล เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะมีตำแหน่งจุดศูนย์เครื่องจักรที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเครื่องจักรกำหนด สำหรับการเขียนโปรแกรมจุดศูนย์ของเครื่องจะไม่มีความหมายใดๆ

2.5.2 จุดศูนย์อ้างอิง (Reference Zero Point) ใช้สัญลักษณ์

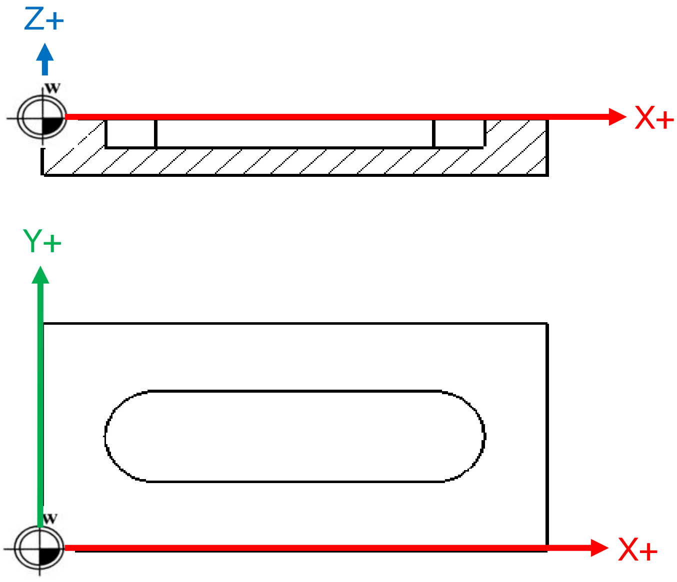
เป็นจุดที่ช่วยในการปรับค่าและควบคุมระบบวัดขนาด ระยะการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนและเครื่องมือ ตำแหน่งของจุดอ้างอิงจะถูกกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเที่ยงตรงในทุกแนวแกนของการเคลื่อนที่ด้วยสวิตซ์จำกัดระยะ (Limit Switches) ดังนั้นค่าโคออร์ดิเนตของจุดอ้างอิงจะมีค่าเท่าเดิมเสมอและรู้ค่าตัวเลขที่แน่นอนที่สัมพันธ์กับจุดศูนย์ของเครื่องจักรหลังจากเปิดสวิตซ์ควบคุมระบบหรืออาจเกิดเหตุขัดข้องที่ทำให้ตำแหน่งปัจจุบันสูญหายซึ่งอาจเกิดจากไฟฟ้าดับ แนวแกนทั้งหมดจะต้องเลื่อนไปยังจุดอ้างอิงก่อนเสมอเพื่อปรับค่าระบบวัดระยะทางการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.19



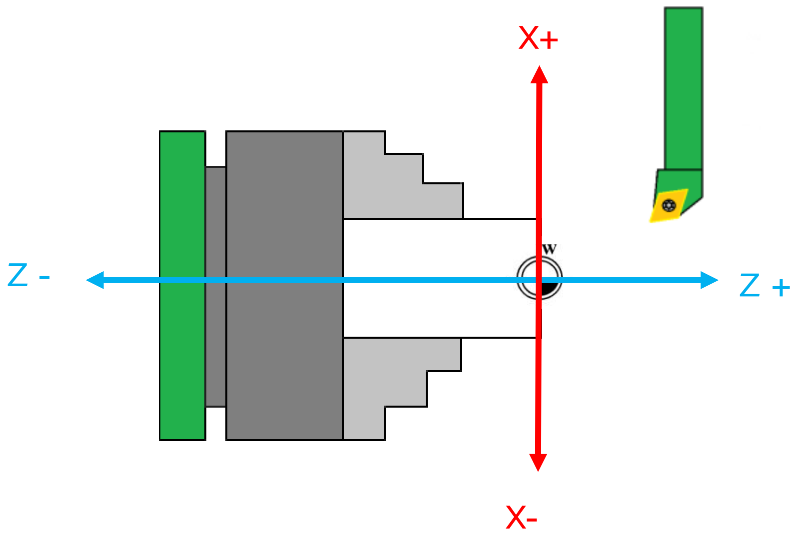
รูปที่ 2.19 แสดงจุดศูนย์เครื่อง จุดอ้างอิงของเครื่องกลึง 2 สองแนวแกน
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.5.3 จุดศูนย์ชิ้นงาน (Work piece Zero Point) ใช้สัญลักษณ์

เป็นจุดอ้างอิงสำหรับการเริ่มต้นเขียนโปรแกรม เพื่อสั่งให้เครื่องมือตัดให้เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงาน ผู้เขียนโปรแกรมจะเป็นผู้กำหนดเองซึ่งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงานหรือความถนัดของผู้เขียนโปรแกรม โดยทั่วไปมักจะเลือกวางในตำแหน่งมุมด้านล่างซ้ายมือเมื่อมองจากด้านบน ของชิ้นงานสำหรับงานกัดเพลาตั้งเพื่อให้เครื่องหมายในแนวแกนโคออร์ดิเนตมีค่าเป็นบวกเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดเรื่องทิศทางการเคลื่อนที่ส่วนงานกลึงนิยมกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานไว้ที่ด้านหน้าของชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 2.20-2.21



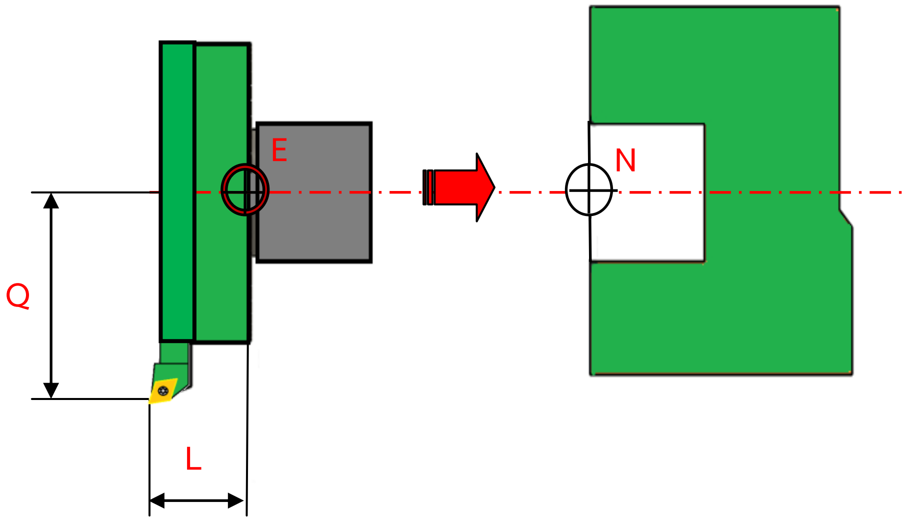
รูปที่ 2.20 แสดงการเลือกกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานที่มุมด้านล่างซ้ายมือของชิ้นงานสำหรับงานกัด
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)



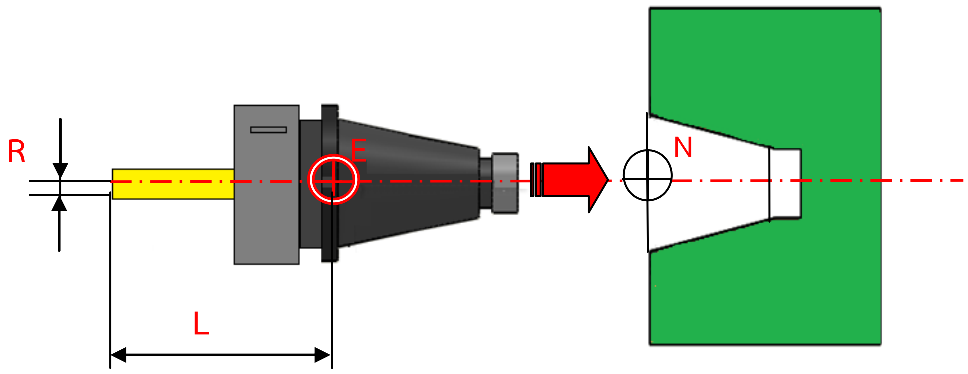
รูปที่ 2.21 แสดงการเลือกกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานที่ด้านหน้าชิ้นงานสำหรับงานกลึง
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.5.4 จุดปรับตั้งทูล (Tool Setting Point) ใช้สัญลักษณ์ ⊕E และจุดปลายรูสวมยึดเครื่องมือ (Tool Socket Point) ใช้สัญลักษณ์ ⊕N

จุดปรับตั้งทูล คือจุดที่อยู่ติดอยู่กับอุปกรณ์จับยึดทูลใช้เป็นจุดวัดค่าความยาวของทูล ซึ่งค่าต่างๆ ของทูลเช่น ความยาวทูล (L) รัศมีของทูล (R หรือQ) จะถูกป้อนไว้ในชุดควบคุมเครื่องจักร โดยจุดปรับตั้งทูลจะสัมผัสกับปลายรูสวมยึดเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 2.22 - 2.23



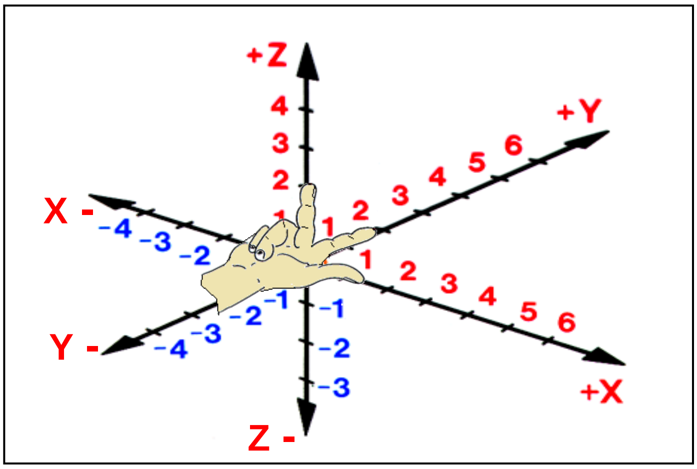
รูปที่ 2.22 แสดงจุดปรับตั้งทูลและจุดปลายรูสวมยึดเครื่องมือของเครื่องกลึง
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)



รูปที่ 2.23 แสดงจุดปรับตั้งทูลและจุดปลายรูสวมยึดเครื่องมือของเครื่องกัด
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.6 การกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ และแบบต่อเนื่อง

การเคลื่อนที่ไปยังจุดต่าง ๆที่ชิ้นงานหรือตำแหน่งต่างๆบนโต๊ะงาน สามารถระบุตำแหน่งโดยใช้ Cartesian coordinate system ซึ่งมีแกน X แกน Y และแกน Z โดยอ้างอิงจากจุดเริ่มต้นหรือ จุดตัดของแกนทั้ง 3 แกน ที่มีค่าในตำแหน่งที่แกน X มีค่าเท่ากับศูนย์ แกน Yมีค่าเท่ากับศูนย์ และแกน Z มีค่าเป็นศูนย์ หรือ (X, Y, Z) = (0, 0, 0) โดยมีเครื่องหมายบวก และลบแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกน สามารถหาทิศทางบวกโดยใช้กฎมือขวาโดยนิ้วหัวแม่มือจะแทน แกน X นิ้วชี้แทนแกน Y และนิ้วกลางแทนแกน Z ด้านตรงข้ามที่นิ้วชี้ไปจะมีทิศทางเป็นลบ ดังแสดงในรูปที่ 2.24

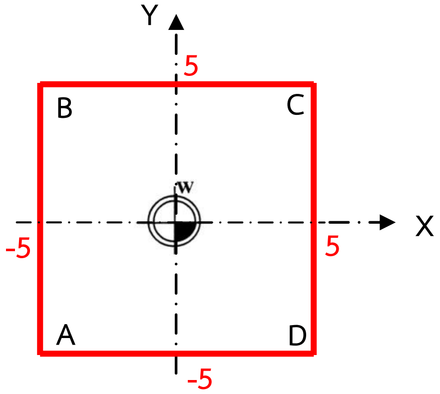


รูปที่ 2.24 แสดงการหาทิศทางและเครื่องหมายของแกน X แกน Y และแกน Zโดยใช้กฎมือขวา
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.6.1 การเคลื่อนที่แบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning)

เป็นการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยทั้งสองจุดใช้จุดอ้างอิงเดียวกัน โดยปกติจุดอ้างอิงจะเป็นจุดเริ่มต้น (X, Y, Z) = (0, 0, 0)

ตัวอย่าง 2.1 ต้องการเคลื่อนที่ทูลกัดชิ้นงานให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยเริ่มต้นจากจุดA ไปยังจุด B, C และD ตามลำดับและกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานไว้ตรงกลางอ้างอิงเป็นจุดเริ่มต้นหรือที่ (X, Y) = (0, 0)



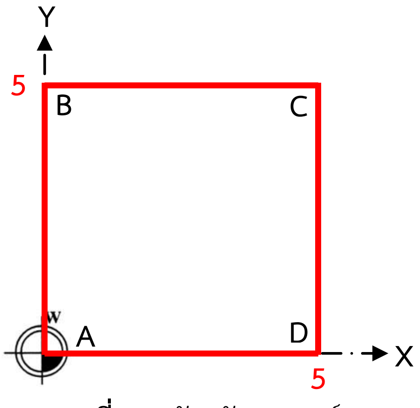
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ลำดับการเคลื่อนที่จะกำหนดตำแหน่งได้ดังนี้

จุด	X	Y	หมายเหตุ
A	-5	-5	จุดเริ่มต้น
B	-5	5	
C	5	5	
D	5	-5	

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ตัวอย่างที่ 2.2 ต้องการเคลื่อนที่ทูลกัดชิ้นงานให้เป็นรูปสี่เหลี่ยม โดยเริ่มต้นจากจุด A ไปยังจุด B, C และ D ตามลำดับและกำหนดจุดศูนย์ไว้ที่มุมล่างซ้ายของชิ้นงานอ้างอิงเป็นจุดเริ่มต้นหรือที่ (X, Y) = (0, 0)



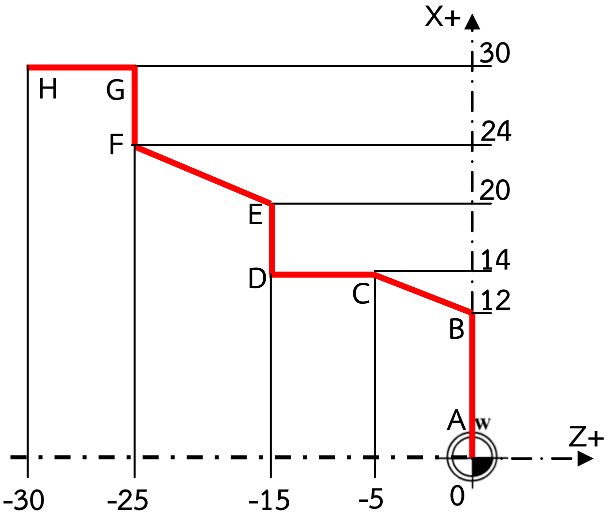
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ลำดับการเคลื่อนที่จะกำหนดตำแหน่งได้ดังนี้

จุด	X	Y	หมายเหตุ
A	0	0	จุดเริ่มต้น
B	0	5	
C	5	5	
D	5	0	

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ตัวอย่างที่ 2.3 ต้องการเคลื่อนที่ทูลกลึงงานจากจุด A, B... ถึง H เป็นแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning)



(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

หมายเหตุ

สำหรับเอ็นซีโปรแกรมของเครื่องกลึงซีเอ็นซี เมื่อกำหนดขนาด ให้แกนX เป็นขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางชิ้นงาน และแกนZ เป็นขนาดความยาวชิ้นงานจากตัวอย่างที่2.3 ลำดับการเคลื่อนที่จะกำหนดตำแหน่งได้ดังนี้

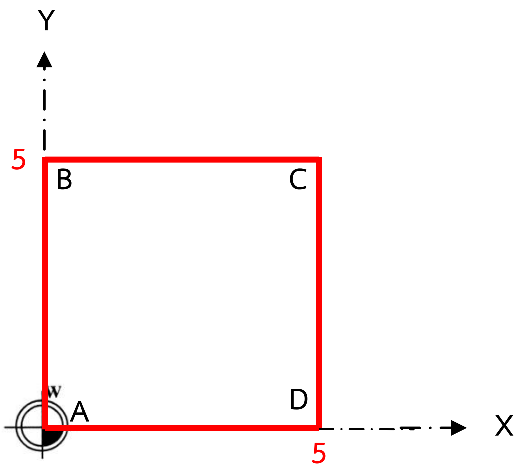
จุด	X	Z	หมายเหตุ
A	0	0	จุดเริ่มต้น
B	12	0	
C	14	-5	
D	14	-15	
E	20	-15	
F	24	-25	
G	30	-25	
H	30	-30	

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.6.2 การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องหรือแบบสัมพัทธ์ (Incremental Positioning)

เป็นการเคลื่อนที่จากจุด หรือตำแหน่งปัจจุบันไปยังจุดถัดไป โดยอ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบัน หรือเป็นระยะห่างระหว่างจุดสองจุด โดยมีเครื่องหมายบวก (+) และเครื่องหมายลบ (-) ระบุบอก ทิศทางการเคลื่อนที่ตามแนวแกนนั้น ๆ โดยอ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบัน หรือจุดเริ่มต้นของเส้นนั้นๆ

ตัวอย่างที่ 2.4 จากตัวอย่างที่ 2.2 ต้องการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่อง (Incremental Positioning) เริ่มจาก A ไป B, C , D และ A ตามลำดับ



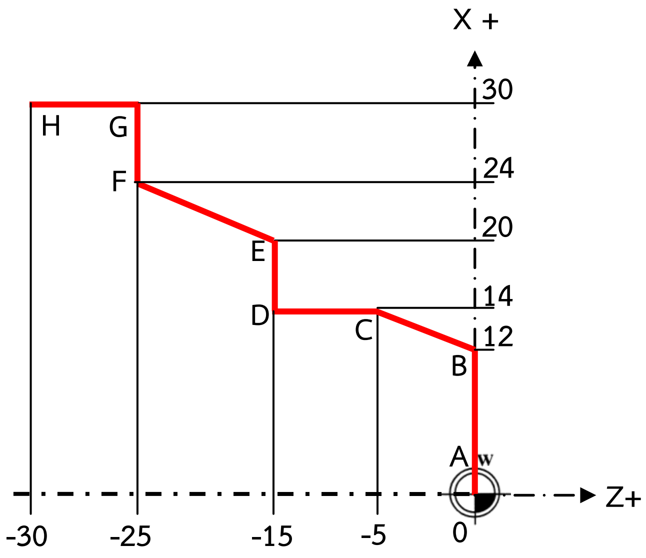
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ลำดับการเคลื่อนที่จะกำหนดตำแหน่งได้ดังนี้

จุด	X	Y	หมายเหตุ
A	0	0	จุดเริ่มต้น
B	0	5	
C	5	0	
D	0	-5	
A	-5	0	

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ตัวอย่างที่ 2.5 จากตัวอย่างที่2.3 ต้องการเคลื่อนแบบต่อเนื่อง(Incremental Positioning) จากจุด A, B... ถึง H



(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

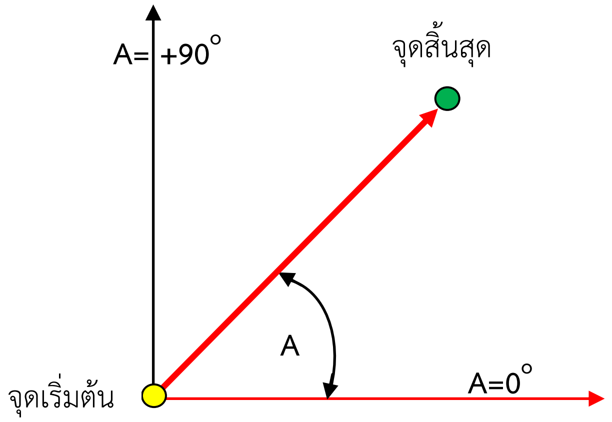
ลำดับการเคลื่อนที่จะได้ดังนี้

จุด	X	Z	หมายเหตุ
A	0	0	จุดเริ่มต้น
B	12	0	
C	2	-5	
D	0	-10	
E	6	0	
F	4	-10	
G	6	0	
H	0	-5	

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

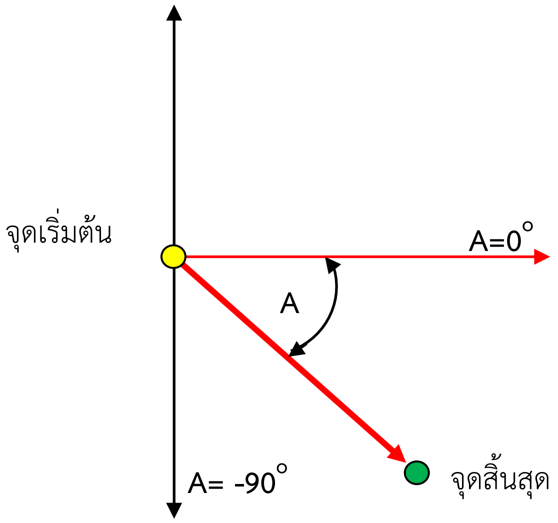
ในการกำหนดขนาดของชิ้นงานเราจะพบว่าในหลายกรณี มีการกำหนดขนาดเป็นมุม เช่น รูปทรงเรียว (Taper) และการลบมุม (Chamfer) แต่คอนโทรลเลอร์บางรุ่นสามารถนำค่ามุมที่กำหนดไว้ในแบบงานมาใช้ในคำสั่งเอ็นซีได้ โดยไม่จำเป็นต้องแปลงค่ามุมให้เป็นค่าโคออร์ดิเนตในแกน X, Y, Z โดยต้องศึกษาจากคู่มือผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซีนั้นๆหลักการกำหนดขนาดของมุม มีวิธีการดังนี้ คือ

1. มุมเป็นบวก (+) คือ มุมในทิศทวนเข็มนาฬิกา (Counter Clock Wise or CCW)



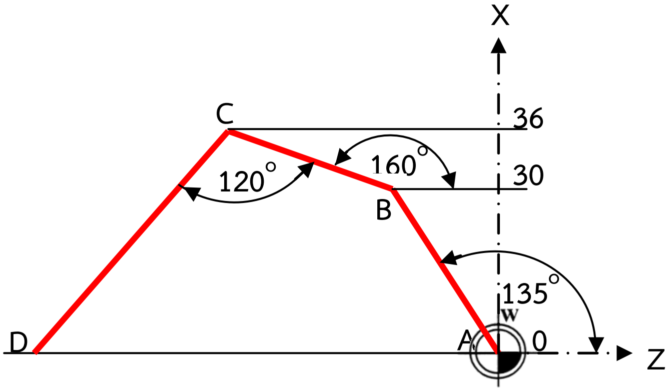
รูปที่ 2.25 แสดงตำแหน่งของมุมที่เป็นบวก (+)
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2. มุมเป็นลบ (-) คือ มุมในทิศตามเข็มนาฬิกา (Clock Wise or CW)



รูปที่ 2.26 แสดงตำแหน่งของมุมที่เป็นลบ (-)
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ตัวอย่างที่ 2.6 ให้การเคลื่อนที่ตำแหน่งเริ่มจาก A, B, C และ D ตามลำดับ ให้การกำหนดโคออร์ดิเนตเป็นแบบสัมบูรณ์(Absolute Positioning)



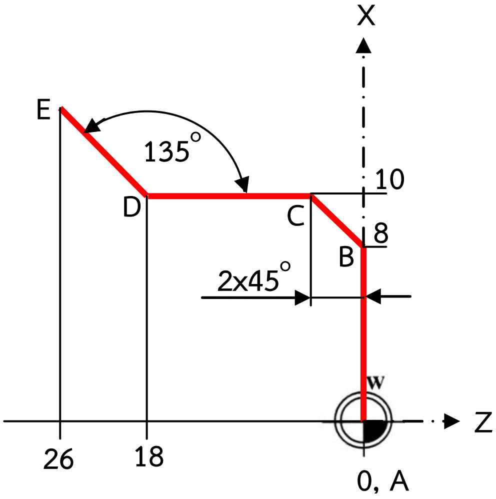
(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ลำดับการเคลื่อนที่จะได้ดังนี้

จุด	X	Z	A	หมายเหตุ
A	0	0	-	จุดเริ่มต้น
B	30	-	135°	ค่า Z ไม่ต้องใช้
C	36	-	160°	ค่า Z ไม่ต้องใช้
D	0	-	-120°	ค่า Z ไม่ต้องใช้

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ตัวอย่างที่ 2.7 ให้การเคลื่อนที่ตำแหน่งเริ่มจากA, B, C, D และ E ตามลำดับ ให้การกำหนดโคออร์ดิเนตเป็นแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning)



(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

ลำดับการเคลื่อนที่จะได้ดังนี้

จุด	X	Z	A	หมายเหตุ
A	0	0	-	จุดเริ่มต้น
B	8	0	-	
C	10	-	45°	ค่า Z ไม่ต้องใช้
D	10	-18	-	
E	-	-26	135°	ค่า X ไม่ต้องใช้

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียระหว่างวิธีแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning) และแบบต่อเนื่อง (Incremental Positioning)

ข้อได้เปรียบของการให้ขนาดแบบสัมบูรณ์ คือ

1. ง่ายต่อการกำหนดตำแหน่ง การตรวจสอบและแก้ไข เพราะไม่มีการคำนวณหรืออ่านค่าได้โดยตรงจากแบบงาน

2. ความผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรมหรือจากการกำหนดจุดใด ๆ ผิดจะทำให้เกิด การเบี่ยงเบน เฉพาะที่จุดที่ผิดนั้น ๆ เท่านั้น

3. ความคลาดเคลื่อนของขนาดน้อย ความคาดเคลื่อนนี้เป็นผลเนื่องจากความคาดเคลื่อนของกลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร

ข้อได้เปรียบของการให้ขนาดแบบสัมบูรณ์ คือ

1. ไม่ต้องแก้ไขทั้งโปรแกรมเมื่อมีการเปลี่ยนจุดอ้างอิงไปยังตำแหน่งอื่น

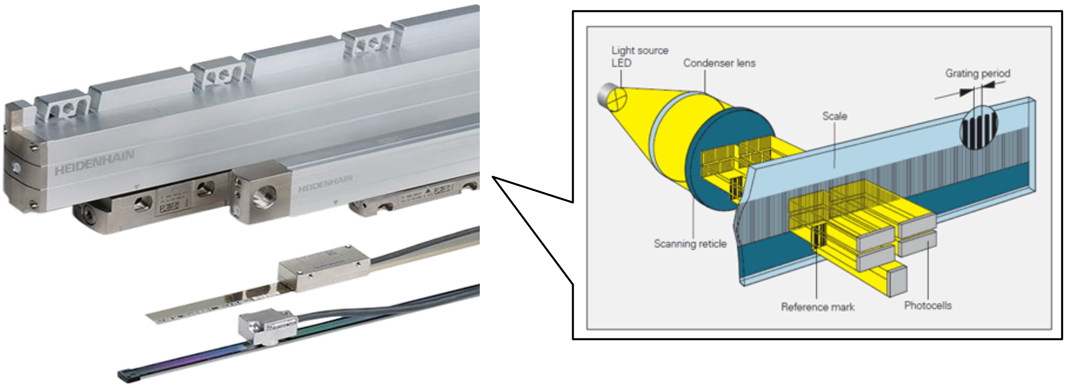
2.7 ระบบการวัดตำแหน่งเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ระบบการวัดตำแหน่ง (Measuring System) ของแท่นเลื่อนในแต่ละแนวแกนหรือส่วนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มีรูปแบบการวัดได้ 2 ชนิด คือ

2.7.1 การวัดตำแหน่งโดยตรง (Direct Measuring)

วิธีนี้สเกลวัดจะยึดติดกับส่วนที่เคลื่อนที่ของเครื่องจักร เช่น แท่นเลื่อนหรือโต๊ะงานโดยตรงซึ่งสเกลวัด (Measuring Scale) จะยึดติดกับโต๊ะงานโดยตรง และอุปกรณ์อ่านค่าวัดจะทำการอ่านค่าจากขีดสเกลวัด (Measuring Scale Grid) และส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมของเครื่องจักรกลดังแสดงในรูปที่ 2.25

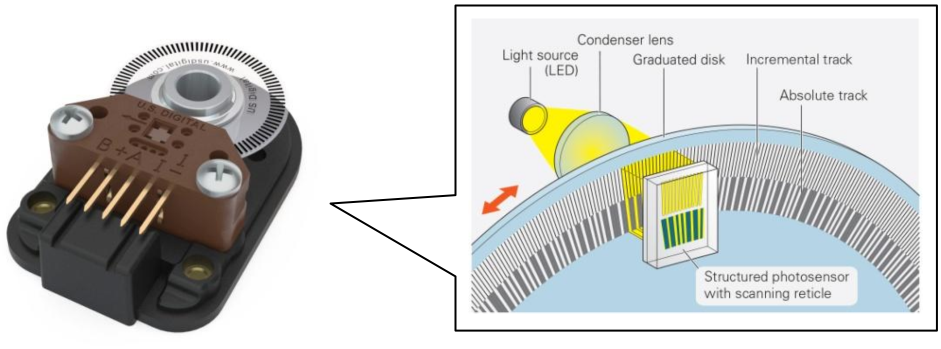
ข้อดีของการวัดตำแหน่งโดนตรงคือ ระบบกลไกในการขับเคลื่อนที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่จะไม่มีผลต่อความถูกต้องของการวัดตำแหน่ง



รูปที่ 2.27 แสดงอุปกรณ์วัดตำแหน่งโดยตรง (Linear Scale)
(**ที่มา** : http://www.accsystems.co.uk)

2.7.2 การวัดตำแหน่งทางอ้อม (Indirect Measuring)

เป็นการวัดการเคลื่อนที่ของส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น โดยสเกลวัด จะยึดติดกับแกนของบอลล์สกรูโดย อุปกรณ์อ่านค่าวัดจะทำการอ่านค่าจากแผ่นสัญญาณ (Pulse Disc) และทำการส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีเพื่อคำนวณหาระยะทางของการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.28 แสดงอุปกรณ์การวัดตำแหน่งทางอ้อม (Encoder)
(**ที่มา** : http://blog.cnccookbook.com)

การวัดตำแหน่งจะใช้วิธีการวัดผ่านระบบการขับเคลื่อนที่อยู่ใกล้กับส่วนที่เคลื่อนที่มากที่สุดซึ่งอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้ส่วนที่ขับเคลื่อนมากที่สุดคือ บอลล์สกรู โดยอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด(Encoder) จะบันทึกการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจานสัญญาณที่ติดอยู่กับบอลล์สกรู โดยใช้หลักการของ แสงคือ ใช้วิธียิงแสงไปที่แผ่นสะท้อนแสงหรือช่องว่าง เพื่อให้แสงสะท้อนหรือทะลุผ่านไปตกกระทบที่ตัวรับแสง และส่งต่อสัญญาณไปยังระบบควบคุมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ซึ่งระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณที่ได้รับนี้ไปคำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่

ข้อสังเกตของการวัดตำแหน่งทางอ้อมนี้ เป็นการวัดตำแหน่งที่วัดผ่านระบบการขับเคลื่อน ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบุการขับเคลื่อนจะมีผลต่อความถูกต้องของระยะทางการเคลื่อนที่ของค่าตำแหน่งที่วัดได้ โดยใช้วิธีวัดจากการหมุนของบอลล์สกรู ดังนั้นอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด คือ อุปกรณ์ที่ใช้วัดจำนวนรอบของการหมุนของบอลล์สกรูนั่นเอง

2.8 ความปลอดภัยสำหรับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

มาตรการความปลอดภัยในอุตสาหกรรมมีไว้เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานและบุคลรอบข้างใช้ป้ายรณรงค์ ดังแสดงในรูปที่ 2.27 ดังนั้น ในการใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ควรปฏิบัติตาม หลักความปลอดภัยดังนี้

รูปที่ 2.29 แสดงรูปแผ่นป้ายความปลอดภัย

(**ที่มา** : http://www.celicagroup.com)

2.8.1 ให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี สวมแว่นตานิรภัยแบบที่มีการปกปิดด้านข้าง (Safety Glasses) เพื่อป้องกันมิให้เศษเหล็กกระเด็นเข้าตา ดังแสดงในรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.30 แสดงแว่นตานิรภัยแบบที่มีการปกปิดด้านข้างขณะทำงาน

(**ที่มา** : ฉัตรชัย สมพงศ์. 2559)

2.8.2 ห้ามสวมเครื่องประดับต่าง ๆ เช่น สร้อยคอ แหวน กำไร เป็นต้น ในขณะปฏบตงาน เพราะอาจทำให้หลุดเข้าไปในเครื่องทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน และอาจทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายได้

2.8.3 ห้ามผู้ปฏิบัติงานสวมใส่เสื้อแขนยาว หรือผูกเนคไท และสวมใส่เสื้อผ้ารุ่มร่ามเพราะอาจทำให้พันหรือเอาร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเข้าไปในตัวเครื่องได้

2.8.4 ให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี สวมรองเท้านิรภัยหุ้มส้น (Safety Shoes) หรือรองเท้าบู๊ต เพื่อป้องกันสิ่งของตกลงมากระทบเท้าและนิ้วเท้า และเพื่อป้องกันเศษโลหะบาดเท้า ดังแสดงในรูปที่ 2.29

รูปที่ 2.31 แสดงรองเท้านิรภัยหุ้มส้น

(**ที่มา** : http://list.qoo10.sg)

2.8.5 สำหรับผู้ที่มีผมยาวให้สวมหมวกหรือมัดผมไว้ข้างหลังให้แน่น เพราะอาจทำให้ผมที่ยาวไปพันกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนที่และการหมุนได้

2.8.6 ควรเอามือออกห่างจากชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่หรือมีการหมุน เพราะอาจจะพันหรือดึงมือของผู้ปฏิบัติงานได้

2.8.7 ขณะทำการเปลี่ยนเครื่องมือตัดหรือขณะที่จับขันประแจ ควรระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากที่ปลายหรือสันคมมากอาจจะทำให้บาดมือได้

2.8.8 ต้องให้เพลาจับเครื่องมือตัด (เครื่องกัด) นั้นหยุดสนิทเสียก่อนทำการปรับตั้งค่า หรือถอดใส่ชิ้นงาน หรือทำการเปลี่ยนเครื่องมือตัด เพราะอาจทำให้เครื่องมือตัดไปกระทบกับชิ้นงาน ทำให้เกิดการแตกหักเสียหายได้

2.8.9 ห้ามใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ที่อุปกรณ์ป้องกันความเสียหายอยู่ในสภาพที่ชำรุด หรือใช้การ ไม่ได้ เช่นปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) ประตูหรือกระจกนิรภัยชำรุด เป็นต้น

2.8.10 ในขณะทำการขึ้นรูปชิ้นงาน เศษโลหะทีหลุดออมาจากชิ้นงานนั้นจะมีความร้อนมาก และเศษโลหะอาจมีความคมจึงไม่ควรสัมผัส เพราะอาจทำให้มือได้รับบาดเจ็บได้

2.8.11 ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรใช้มือเปล่าในการแกะเศษโลหะที่ติดกับเครื่องมือตัดโดยเด็ดขาด และควรใช้ถุงมือทุกครั้งเมื่อจำเป็นต้องสัมผัสกับเศษโลหะดังแสดงในรูปที่ 2.30

รูปที่ 2.32 แสดงถุงมือสำหรับป้องกันของมีคม

(**ที่มา** : www.pholonline.com)

2.8.12 ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะต้องจับยึดชิ้นงานให้ถูกต้องตามหลักในการจับยึดชิ้นงาน เช่น การจับยึดชิ้นงานกลึงควรจับให้แน่น เพราะถ้าไม่แน่นชิ้นงานจะหลุดจากหัวจับ (Jaw) และจากเพลาหัวจับชิ้นงานในขณะหมุน ซึ่งจะเกิดแรงกระแทกและชิ้นงานเสียหาย หากเป็นงานกัดควรยึดกับปากกาโดยหมุนปากกาให้แน่น หรือใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานโดยตรง และควรจะหมุนหรือ ตรวจสอบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้แน่นก่อนลงมือปฏิบัติงาน

2.8.13 ห้ามใช้ลมเป่าเศษโลหะเพราะจะทำให้กระเด็นเข้าตา และเข้าไปภายในเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรเสียหายได้ เช่น เศษโลหะไปอุดตันบริเวณบอลสกรู ทำให้การหมุนติดขัดได้

2.8.14 ควรเลือกใช้อุปกรณ์ในการยกชิ้นงานหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีน้ำหนักมากเพราะจะทำให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณสันหลังจากการยกที่ผิดวิธี

2.8.15 นำอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆออกจากบริเวณที่เครื่องจักรมีการเคลื่อนที่เช่น บนโต๊ะงานฟันจับ (Chuck) และเพลาหัวจับชิ้นงาน ทุกครั้งก่อนทำการเดินเครื่อง

2.8.16 ทำความสะอาดบริเวณรอบ ๆ เครื่องจักร ขจัดเศษโลหะและเช็ดถูพื้นที่มีน้ำมันหล่อเย็นหรือน้ำมันให้แห้ง มิเช่นนั้นอาจทำให้ลื่นหกล้มได้

2.8.17 ใช้ความเร็วรอบ และอัตราป้อนที่เหมาะสม ควรลดความเร็วรอบ และอัตราป้อนทันทีถ้าเครื่องจักรมีการสั่นสะเทือน

2.8.18 เครื่องมือตัดทีมีคมตัด (Cutting Edge) ที่สึกหรอ หรือเสียหายไม่ควรนำมาใช้เพราะจะแตกหักง่าย ควรใช้เครื่องมือตัดที่คมเสมอ ต้องมีการติดตั้งเครื่องมืออย่างถูกต้อง คือไม่ยาวออกมาจากที่จับมาก ควรให้ความยาวเครื่องมือที่ยื่นออกมาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.8.19 ควรยืนในตำแหน่งที่มีระยะห่างจากปุ่มหยุดฉุกเฉิน ในระยะที่สามารถยื่นมือเข้าไปกดได้ทันทีเมื่อจะเกิดอันตรายเกิดขึ้น ไม่ควรวางสิ่งของใด ๆ ที่ขวางทางและทำให้ยากต่อการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน

2.8.20 ในขณะทำการเตรียมการต่าง ๆ เช่น การติดตั้งชิ้นงาน การติดตั้งเครื่องมือตัด และการกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงาน ควรดำเนินการเพียงผู้เดียวโดยที่ผู้ควบคุมเครื่องซีเอ็นซี ควรควบคุมปุ่มต่าง ๆ เองห้ามผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้ามาใกล้ปุ่มควบคุมต่าง ๆ บนชุดคอนโทรลเลอร์โดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้เครื่องจักรทำงานขึ้นมาเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานดังแสดงในรูปที่ 2.31

รูปที่ 2.33 แสดงผู้ควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ควรปฏิบัติงานเพียงคนเดียว

(**ที่มา** : https://uitzendbureau-het.nl)

2.8.21 ควรมีโทรศัพท์อยู่ใกล้และมีเบอร์โทรศัพท์ของโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลที่อยู่ใกล้โรงงานไม่น้อยกว่าสองแห่ง

2.8.22 ควรมีตู้ยาสามัญไว้ใกล้ ๆ เครื่องและตรวจสอบยาทาแผลและผ้าพันแผลอย่างสม่ำเสมอให้มีจำนวนพอเพียงอยู่เสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.32

รูปที่ 2.34 แสดงตู้ยาสามัญ

(**ที่มา** : http://www.xhopemissions.org)

2.8.23 ไม่ควรเปิดวิทยุหรือฟังเพลงเสียงดัง หรือใช้หูฟังเพราะจะไม่ได้ยินเสียงผิดปรกติของเครื่องและเสียงร้องขอความช่วยเหลือจากผู้ได้รับอุบัติเหตุ

2.8.24 ห้ามนำเครื่องดื่มและของเหลวต่าง ๆ วางบนเครื่องจักร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหนือคอนโทรลเลอร์หรือตู้อุปกไฟฟ้าต่าง ๆ ของเครื่องจักร เพราะถ้าของเหลวหกไหลเข้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือไฟดูดได้

2.8.25 มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงไหม้ไว้ใกล้เครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 2.33

รูปที่ 2.35 แสดงถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง

(**ที่มา** : http://www.baanlaesuan.com)

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

ตอนที่ 1

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องและทำเครื่องหมาย ✕ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

........1. เครื่องจักรกลซีเอ็นซีต่างจากเครื่องจักรกลเอ็นซีตรงที่มีระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักร

........2. ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System) จะมีสัญญาณย้อนกลับมาที่ชุดควบคุมเครื่องจักร

........3. เครื่องกัดซีเอ็นซีแนวตั้งกำหนดให้แกน X เป็นการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดไปทางซ้ายมือมีค่าเป็นลบ (–) และทางขวามือมีค่าเป็นบวก (+)

........4. เครื่องกัดซีเอ็นซีแนวตั้งและแนวนอนกำหนดให้ให้แกน Z เป็นการเคลื่อนที่ในแนวแกนสปินเดิล

........5. โคออร์ดิเนตแกน C เป็นการหมุนรอบแกน X

........6. การใช้กฎมือขวาในการหาแนวแกนของเครื่องจักรนิ้วหัวแม่มือจะแทนการเคลื่อนที่ในแนวแกน X นิ้วชี้แทนแกน Y และนิ้วกลางแทนแกน Z

........7. เครื่องกลึงซีเอ็นซีแนวนอนจะมีแกนการเคลื่อนที่หลัก 2 แนวแกนคือแกน X และแกน Y

........8. การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องหรือแบบสัมพัทธ์ (Incremental Positioning) จะอ้างอิงจุดวัดตำแหน่งที่ตำแหน่งปัจจุบันเพื่อวัดค่าไปยังจุดต่อไป

........9. ควรใช้ลมเป่าทำความสะอาดเศษโลหะเพราะทำความสะอาดรางเลื่อนและบอล์ลสกรูได้ดี

........10. การติดตั้งทูลควรให้ยาวออกมาจากที่จับมากๆ จึงจะสะดวกและปลอดภัย

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

1. จงอธิบายอธิบายหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มาพอสังเขป

....

....

....

2. ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control Unit Component) ประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบหลักๆ มีอะไรบ้างพร้อมอธิบายมาพอเข้าใจ

2.1..

....

2.2..

....

2.3..

....

3. การควบคุมการเคลื่อนที่ทั้งแนวเส้นตรงและแนวเส้นโค้งในระบบควบคุมซีเอ็นซีแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ

3.1..

3.2..

3.3..

4. แนวแกนป้อนหลักของเครื่องกัดซีเอ็นซีมีกิแนวแกน อะไรบ้าง

....

....

....

5. แนวแกนป้อนหลักของเครื่องกลึงซีเอ็นซีมีกิแนวแกน อะไรบ้าง

....

....

....

6. จงอธิบายสัญลักษณ์และตำแหน่งหรือต่าง ๆ บนเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ต่อไปนี้

6.1 จุดศูนย์ชิ้นงาน

....

....

....

6.2 จุดศูนย์เครื่อง

....

....

....

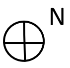
6.3 จุดศูนย์อ้างอิง

....

....

....

6.4 จุดปรับตั้งทูล

และจุดปลายรูสวมยึดเครื่องมือ 

....

....

....

7. จงบอกความหมายของการกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning)

....

....

8. บอกความหมายของการกำหนดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental Positioning)

....

....

....

9. จงอธิบายระบบการวัดตำแหน่งของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

8.1 การวัดตำแหน่งโดยตรง

....

....

....

8.2 การวัดตำแหน่งทางอ้อม

....

....

....

10. จงบอกหลักของความปลอดภัยสำหรับการใช้งานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มาอย่างน้อย5 ข้อ

10.1..

....

10.2..

....

10.3..

....

10.4..

....

10.5..

....

แบบเฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

ตอนที่.1

คำสั่ง จงทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้องและทำเครื่องหมาย ✗ หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

.... ✓....1. เครื่องจักรกลซีเอ็นซีต่างจากเครื่องจักรกลเอ็นซีตรงที่มีระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักร

.... ✗....2. ระบบควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control System) จะมีสัญญาณย้อนกลับมาที่ชุดควบคุมเครื่องจักร

.... ✓....3. เครื่องกัดซีเอ็นซีแนวตั้งกำหนดให้แกน X เป็นการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตัดไปทางซ้ายมือมีค่าเป็นลบ (–) และทางขวามือมีค่าเป็นบวก (+)

.... ✓....4. เครื่องกัดซีเอ็นซีแนวตั้งและแนวนอนกำหนดให้ให้แกน Z เป็นการเคลื่อนที่ในแนวแกนสปินเดิล

.... ✗....5. โคออร์ดิเนตแกน C เป็นการหมุนรอบแกน X

.... ✓....6. การใช้กฎมือขวาในการหาแนวแกนของเครื่องจักรนิ้วหัวแม่มือจะแทนการเคลื่อนที่ในแนวแกนX นิ้วชี้แทนแกน Y และนิ้วกลางแทนแกน Z

.... ✗....7. เครื่องกลึงซีเอ็นซีแนวนอนจะมีแกนการเคลื่อนที่หลัก 2 แนวแกนคือแกน X และแกน Y

.... ✓....8. การเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องหรือแบบสัมพัทธ์ (Incremental Positioning) จะอ้างอิงจุดวัดตำแหน่งที่ตำแหน่งปัจจุบันเพื่อวัดค่าไปยังจุดต่อไป

.... ✗....9.ควรใช้ลมเป่าทำความสะอาดเศษโลหะเพราะทำความสะอาดรางเลื่อนและบอล์ลสกรูได้ดี

.... ✗....10. การติดตั้งทูลควรให้ยาวออกมาจากที่จับมากๆ จึงจะสะดวกและปลอดภัย

ตอนที่ 2

คำสั่ง จงเติมคำตอบให้สมบูรณ์

1. จงอธิบายอธิบายหลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มาพอสังเขป

หลักการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มีลักษณะการทำงานเหมือนกับเครื่องจักรกลที่ควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยมีทูลหรือเครื่องมือตัดจะทำหน้าที่เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามแกนการเคลื่อนที่ แต่จะมีข้อแตกต่างกันตรงที่เครื่องจักรกลซีเอ็นซีนั้นจะทำงานได้โดยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาควบคุมการเคลื่อนที่เวลาทำงานแทนที่จะใช้ช่างควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

การควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ (Movement) และการควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่ (Speed)

2. ชุดควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control Unit Component) ประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบหลักๆ มีอะไรบ้าง พร้อมอธิบายมาพอเข้าใจ

2.1 ชุดควบคุมการส่งข้อมูลเข้าออกโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย ชุดเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape Unit) ชุดหัวอ่านแผ่นดิสก์ และชุดเครื่องพิมพ์

2.2 ชุดควบคุมการส่งสัญญาณสู่เครื่องจักร โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การควบคุม การต่อเชื่อม (Interface Control) การควบคุมแนวแกน (Axis Control) การควบคุมหน่วยจ่ายกำลัง (Power Supply Control) และการควบคุมเงื่อนไงการตัดเฉือน (Cutting Conditions Control)

2.3 ชุดคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปในระบบซีเอ็นซีหัวใจที่สำคัญของเครื่องจักรซีเอ็นซี คือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์ในระบบซีเอ็นซีจะทำหน้าที่เก็บข้อมูล คำนวณ ประมวลผลสั่งการ และยังเป็นตัวกลางในการติดต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมดของระบบซีเอ็นซีกับตัวเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยจะทำงานผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง

3.การควบคุมการเคลื่อนที่ทั้งแนวเส้นตรงและแนวเส้นโค้งในระบบควบคุมซีเอ็นซีแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ

3.1 การควบคุมการตัดเฉือนแบบจุดต่อจุด

3.2 การควบคุมการตัดเฉือนแนวเส้นตรง (Straight cut Controls)

3.3 การควบคุมตามเส้นขอบรูป (Contouring Controls)

4.แนวแกนป้อนหลักของเครื่องกัดซีเอ็นซีมีกิแนวแกน อะไรบ้าง

มี 3 แนวแกนได้แก่

1.แนวแกน X

2.แนวแกน Y

3.แนวแกน Z

5.แนวแกนป้อนหลักของเครื่องกลึงซีเอ็นซีมีกิแนวแกน อะไรบ้าง

มี 2 แนวแกนได้แก่

1.แนวแกน X

2.แนวแกน Z

6. จงอธิบายสัญลักษณ์และตำแหน่งหรือต่าง ๆ บนเครื่องจักรกลซีเอ็นซี ต่อไปนี้

6.1 จุดศูนย์ชิ้นงาน

เป็นจุดอ้างอิงสำหรับการเริ่มต้นเขียนโปรแกรม เพื่อสั่งให้เครื่องมือตัด ให้เคลื่อนที่ตัดเฉือนชิ้นงาน ผู้เขียนโปรแกรมจะเป็นผู้กำหนดเองซึ่งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของงานหรือความถนัดของผู้เขียนโปรแกรม โดยทั่วไปมักจะเลือกวางในตำแหน่งมุมด้านล่างซ้ายมือ เมื่อมองจากด้านบน ของชิ้นงานสำหรับงานกัดเพลาตั้ง เพื่อให้เครื่องหมายในแนวแกนโคออร์ดิเนตมีค่าเป็นบวกเพื่อป้องกันข้อผิดพลาดเรื่องทิศทางการเคลื่อนที่ ส่วนงานกลึงนิยมกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงานไว้ที่ด้านหน้าของชิ้นงาน

6.2 จุดศูนย์เครื่อง

จุดศูนย์ของเครื่องจักรจะถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรกลซีเอ็นซี จุดศูนย์เครื่อง จะใช้เป็นจุดศูนย์ของระบบโคออร์ดิเนตของเครื่องจักรกล และใช้เป็นจุดเริ่มต้นสำหรับโคออร์ดิเนตอื่น ๆ และยังใช้เป็นจุดอ้างอิงในเครื่องจักรกล เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะมีตำแหน่งจุดศูนย์เครื่องจักรที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับผู้ผลิตเครื่องจักรกำหนดสำหรับการเขียนโปรแกรมจุดศูนย์ของเครื่องจะไม่มีความหมายใดๆ

6.3 จุดศูนย์อ้างอิง

เป็นจุดที่ช่วยในการปรับค่าและควบคุมระบบวัดขนาด ระยะการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนและเครื่องมือ ตำแหน่งของจุดอ้างอิงจะถูกกำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าอย่างเที่ยงตรงในทุกแนวแกนของการเคลื่อนที่ด้วยสวิตซ์จำกัดระยะ (Limit Switches) ดังนั้นค่าโคออร์ดิเนตของจุดอ้างอิงจะมีค่าเท่าเดิมเสมอ

6.4 จุดปรับตั้งทูล และจุดปลายรูสวมยึดเครื่องมือ

จุดปรับตั้งทูล คือจุดที่อยู่ติดอยู่กับอุปกรณ์จับยึดทูลใช้เป็นจุดวัดค่าความยาวของทูล ซึ่งค่าต่างๆของทูลเช่น ความยาวทูล(L) รัศมีของทูล(R หรือQ) จะถูกป้อนไว้ในชุดควบคุมเครื่องจักร โดยจุดปรับตั้งทูลจะสัมผัสกับปลายรูสวมยึดเครื่องมือ

7. จงบอกความหมายของการกำหนดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute Positioning)

เป็นการกำหนดการเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งโดยทั้งสองจุดใช้จุดอ้างอิงเดียวกัน โดยปกติจุดอ้างอิงจะเป็นจุดเริ่มต้น (X, Y, Z) = (0, 0, 0)

8. บอกความหมายของการกำหนดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง (Incremental Positioning)

เป็นการ กำหนดการ เคลื่อนที่จากจุด หรือตำแหน่งปัจจุบันไปยังจุดถัดไป โดยอ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบัน หรือเป็นระยะห่างระหว่างจุดสองจุด โดยมีเครื่องหมายบวก (+) และเครื่องหมายลบ (-) ระบุบอกทิศทางการเคลื่อนที่ตามแนวแกนนั้น ๆ โดยอ้างอิงจากตำแหน่งปัจจุบัน หรือจุดเริ่มต้นของเส้นนั้นๆ

9. จงอธิบายระบบการวัดตำแหน่งของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

8.1 การวัดตำแหน่งโดยตรง

วิธีนี้สเกลวัดจะยึดติดกับส่วนที่เคลื่อนที่ของเครื่องจักร เช่น แท่นเลื่อนหรือโต๊ะงานโดยตรงซึ่งสเกลวัด (Measuring Scale) จะยึดติดกับโต๊ะงานโดยตรง และอุปกรณ์อ่านค่าวัดจะทำการอ่านค่าจากขีดสเกลวัดได้โดยตรง

8.2 การวัดตำแหน่งทางอ้อม

เป็นการวัดการเคลื่อนที่ของส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น โดยสเกลวัดจะยึดติดกับแกนของบอลล์สกรูโดยอุปกรณ์อ่านค่าวัดจะทำการอ่าน ค่าจากแผ่นสัญญาณ (Pulse Disc) และทำการส่งสัญญาณไปยังระบบควบคุมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีเพื่อแปลงค่าการหมุนคำนวณเป็นระยะทางของการเคลื่อนที่

10. จงบอกหลักของความปลอดภัยสำหรับการใช้งานเครื่องจักรกลซีเอ็นซี มาอย่างน้อย 5 ข้อ

1. ให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี สวมแว่นตานิรภัยแบบที่มีการปกปิดด้านข้าง (Safety Glasses) เพื่อป้องกันมิให้เศษเหล็กกระเด็นเข้าตา

2. ห้ามสวมเครื่องประดับต่าง ๆ เช่น สร้อยคอ แหวน กำไร เป็นต้น ในขณะปฏิบัติงาน เพราะอาจทำให้หลุดเข้าไปในเครื่องทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน และอาจทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายได้

3. ห้ามผู้ปฏิบัติงานสวมใส่เสื้อแขนยาว หรือผูกเนคไท และสวมใส่เสื้อผ้ารุ่มร่ามเพราะอาจทำให้ดึงหรือพันเอาร่างกายของผู้ปฏิบัติงานเข้าไปในตัวเครื่องได้

4. ให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี สวมรองเท้านิรภัยหุ้มส้น (Safety Shoes) หรือรองเท้าบู๊ต เพื่อป้องกันสิ่งของตกลงมากระทบเท้าและนิ้วเท้า และเพื่อป้องกันเศษโลหะบาดเท้า

5. สำหรับผู้ที่มีผมยาวให้สวมหมวกหรือมัดผมไว้ข้างหลังให้แน่น เพราะอาจทำให้ผมที่ยาวไปพันกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีการเคลื่อนที่และการหมุนได้

6. ควรเอามือออกห่างจากชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่หรือมีการหมุน เพราะอาจจะพันหรือดึงมือของผู้ปฏิบัติงานได้

7. ขณะทำการเปลี่ยนเครื่องมือตัดหรือขณะที่จับขันประแจ ควรระมัดระวังเป็นพิเศษเนื่องจากที่ปลายหรือสันคมมากอาจจะทำให้บาดมือได้

8. ต้องให้เพลาจับเครื่องมือตัด (เครื่องกัด) นั้นหยุดสนิทเสียก่อนทำการปรับตั้งค่า หรือถอดใส่ชิ้นงานหรือทำการเปลี่ยนเครื่องมือตัด เพราะอาจทำให้เครื่องมือตัดไปกระทบกับชิ้นงาน ทำให้เกิดการแตกหักเสียหายได้

9. ห้ามใช้เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ที่อุปกรณ์ป้องกันความเสียหายอยู่ในสภาพที่ชำรุดหรือใช้การไม่ได้ เช่น ปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) ประตูหรือกระจกนิรภัยชำรุด เป็นต้น

10. ในขณะทำการขึ้นรูปชิ้นงาน เศษโลหะทีหลุดออมาจากชิ้นงานนั้นจะมีความร้อนมากและเศษโลหะอาจมีความคมจึงไม่ควรสัมผัส เพราะอาจทำให้มือได้รับบาดเจ็บได้

11. ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรใช้มือเปล่า ในการแกะเศษโลหะ ที่ติดกับเครื่องมือตัดโดยเด็ดขาด และควรใช้ถุงมือทุกครั้งเมื่อจำเป็นต้องสัมผัสกับเศษโลหะ

12. ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะต้องจับยึดชิ้นงาน ให้ถูกต้องตามหลัก ในการจับยึดชิ้นงาน เช่น การจับยึดชิ้นงานกลึง ควรจับให้แน่น เพราะถ้าไม่แน่นชิ้นงานจะหลุดจากหัวจับ (Jaw) และจากเพลาหัวจับชิ้นงานในขณะหมุน ซึ่งจะเกิดแรงกระแทกและชิ้นงานเสียหาย หากเป็นงานกัดควรยึดกับปากกาโดยหมุนปากกาให้แน่น หรือใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานโดยตรง และควรจะหมุนหรือตรวจสอบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้แน่นก่อนลงมือปฏิบัติงาน

13. ห้ามใช้ลมเป่าเศษโลหะเพราะจะทำให้กระเด็นเข้าตา และเข้าไปภายในเครื่องจักรทำให้เครื่องจักรเสียหายได้ เช่น เศษโลหะไปอุดตันบริเวณบอลสกรู ทำให้การหมุนติดขัดได้

14. ควรเลือกใช้อุปกรณ์ในการยกชิ้นงานหรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีน้ำหนักมากเพราะจะทำให้เกิดการบาดเจ็บบริเวณสันหลังจากการยกที่ผิดวิธี

15.นำอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆออกจากบริเวณที่เครื่องจักรมีการเคลื่อนที่ เช่นบนโต๊ะงาน ฟันจับ (Chuck) และเพลาหัวจับชิ้นงาน ทุกครั้งก่อนทำการเดินเครื่อง

16. ทำความสะอาดบริเวณรอบ ๆ เครื่องจักร ขจัดเศษโลหะและเช็ดถูพื้นที่มีน้ำมันหล่อเย็นหรือน้ำมันให้แห้ง มิเช่นนั้นอาจทำให้ลื่นหกล้มได้

17. ใช้ความเร็วรอบ และอัตราป้อนที่เหมาะสม ควรลดความเร็วรอบและอัตราป้อนทันทีถ้าเครื่องมีการสั่นสะเทือน

18. เครื่องมือตัดทีมีคมตัด (Cutting Edge) ที่สึกหรอ หรือเสียหายไม่ควรนำมาใช้เพราะจะแตกหักง่าย ควรใช้เครื่องมือตัดที่คมเสมอ ต้องมีการติดตั้งเครื่องมืออย่างถูกต้อง คือไม่ยาวออกมาจากที่จับมาก ควรให้ความยาวเครื่องมือที่ยื่นออกมาสั้นที่สุดเท่าที่จะทำได้

19. ควรยืนในตำแหน่งที่มีระยะห่างจากปุ่มหยุดฉุกเฉิน ในระยะที่สามารถยื่นมือเข้าไปกดได้ทันทีเมื่อจะเกิดอันตรายเกิดขึ้น ไม่ควรวางสิ่งของใด ๆ ที่ขวางทางและทำให้ยากต่อการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน

20. ในขณะทำการเตรียมการต่าง ๆ เช่น การติดตั้งชิ้นงาน การติดตั้งเครื่องมือตัด และการกำหนดจุดศูนย์ชิ้นงาน ควรดำเนินการเพียงผู้เดียวโดยที่ผู้ควบคุมเครื่องซีเอ็นซี ควรควบคุมปุ่มต่าง ๆ เอง ห้ามผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้ามาใกล้ปุ่มควบคุมต่าง ๆ บนชุดคอนโทรลเลอร์โดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้เครื่องจักรทำงานขึ้นมาเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน

21. ควรมีโทรศัพท์อยู่ใกล้และมีเบอร์โทรศัพท์ของโรงพยาบาลหรือสถานพยาบาลที่อยู่ใกล้โรงงานไม่น้อยกว่าสองแห่ง

22. ควรมีตู้ยาสามัญไว้ใกล้ ๆ เครื่องและตรวจสอบยาทาแผลและผ้าพันแผลอย่างสม่ำเสมอให้มีจำนวนพอเพียงอยู่เสมอ

23.ไม่ควรเปิดวิทยุหรือฟังเพลงเสียงดัง หรือใช้หูฟังเพราะจะไม่ได้ยินเสียงผิดปรกติของเครื่องและเสียงร้องขอความช่วยเหลือจากผู้ได้รับอุบัติเหตุ

24.ห้ามนำเครื่องดื่มและของเหลวต่าง ๆ วางบนเครื่องจักร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหนือคอนโทรลเลอร์หรือตู้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ของเครื่องจักร เพราะถ้าของเหลวหกไหลเข้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดไฟฟ้าหรือวงจรไฟดูดได้

25. มีอุปกรณ์ป้องกันเพลิงไหม้ไว้ใกล้เครื่องจักร