บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

เครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC) เป็นเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เหตุผลหลักที่สำคัญประการหนึ่ง คือ เครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC) สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความเที่ยงตรงสูง สามารถทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่ต้องพัก และไม่มีความเบื่อหน่ายเมื่อต้องทำงานเดิมซ้ำๆ และมีปัจจัยในการควบคุมการทำงานที่น้อยมากเมื่อเทียบกับคน

ปัจจัยสนับสนุนอีกประการหนึ่ง คือ มีการแข่งขันทางด้านการผลิตทางอุตสาหกรรมที่รุนแรง จึงทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมากเพื่อการแข่งขันด้านการตลาด และการตอบสนองความต้องการของลูกค้าในยุคที่ผู้ซื้อมีโอกาสและทางเลือกมากกว่าผู้ผลิต

2.2 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC Machine)

" เครื่องจักรกลซีเอ็นซี " คือรูปแบบหนึ่งของการทำงานของเครื่องจักรกลอัตโนมัติซึ่งเราสามารถโปรแกรมการทำงานได้ เครื่องจักรกลชนิดนี้จะถูกควบคุมโดยตัวเลข ตัวหนังสือ หรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ถูกเขียนให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม รหัส (Code) ที่เขียนอยู่ในโปรแกรมจะเป็นตัวกำหนดขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ของเครื่องจักรกลที่จะใช้ในการผลิตชิ้นงานอันหนึ่ง รหัสจะเปลี่ยนไปเมื่อชิ้นงานที่เราต้องการผลิตเปลี่ยนไป การที่เราสามารถเปลี่ยนโปรแกรมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีได้โดยง่ายนี้เอง ทำให้เครื่องจักรกลชนิดนี้มีความเหมาะสมที่จะใช้ผลิตชิ้นงานที่มีปริมาณการผลิตต่ำจนถึงปานกลางได้เป็นอย่างดี เพราะว่าการเขียนโปรแกรมใหม่ขึ้นมานั้นจะง่ายกว่าและมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการที่เราจะต้องเปลี่ยนเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตเราสามารถนำเครื่องจักรกลซีเอ็นซีมาใช้งานกับกระบวนการผลิตได้ 2 ลักษณะคือ

1. ใช้งานในลักษณะที่เป็นเครื่องจักรกล เช่น เจาะ กลึง หรือใช้เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดเฉือนโลหะต่าง ๆเป็นต้น

2.ใช้งานในลักษณะที่ไม่ได้เป็นเครื่องจักรกล เช่น ประกอบชิ้นส่วนหรือตรวจสอบคุณภาพ เป็นต้น

2.3 ประโยชน์ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

มีเหตุผลหลายประการที่ทำให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในอุตสาหกรรมตัดเฉือนโลหะ จากการสำรวจทางสถิติได้ชี้ให้เห็นว่า 75 % ของอุตสาหกรรมการผลิต มีการผลิตชุดละ 50 ชิ้นหรือน้อยกว่า ซึ่งการผลิตแบบชุดเล็ก ๆ นั้นเป็นแบบอย่างการผลิตที่เหมาะสมกับการใช้งานเครื่องจักรกลซีเอ็นซีด้วยเหตุผลหลายประการดังต่อไปนี้

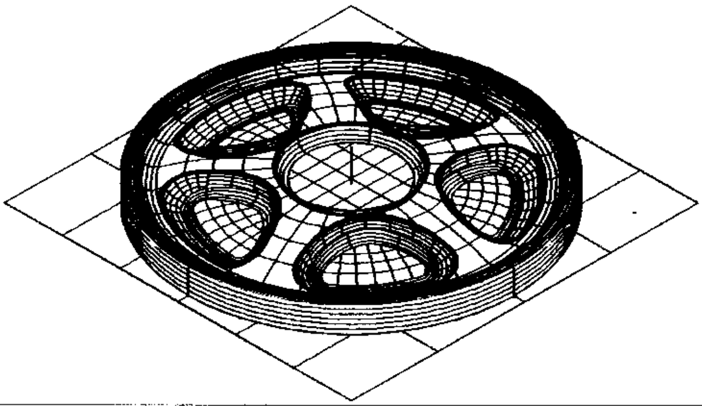
1. ลดเวลาที่ต้องเสียไปโดยเปล่าประโยชน์ เครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะไม่ทำให้กระบวนการตัดเฉือนโลหะเปลี่ยนแปลงไปอย่างใด แต่จะเพิ่มอัตราส่วนของเวลาที่เครื่องจักรใช้ตัดเฉือนโลหะให้มากขึ้น เหตุผลก็คือเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะทำให้จำนวนและเวลาในการ Setup เครื่องลดลง เวลาในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานลดลง และยังสามารถเปลี่ยนแปลงเครื่องมือได้เองโดยอัตโนมัติ เป็นต้น

2. ลดการจับยึดชิ้นงานที่สลับซับซ้อน เครื่องจักรกลเอ็นซีไม่ต้องการอุปกรณ์จับยึดที่ซับซ้อน เนื่องจากว่าการจัดวางชิ้นงานให้ถูกต้องตามตำแหน่งที่ต้องการนั้นจะทำโดยเอ็นซีโปรแกรมมากกว่าที่จะใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Jig)

3. เพิ่มความยืดหยุ่นในการผลิต เนื่องจากว่าเครื่องจักรกลซีเอ็นซีใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานต่าง ๆ ดังนั้นการทำงานของเครื่องจะสามารถถูกดัดแปลงให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้โดยง่าย เช่น เปลี่ยนชนิดของงาน เปลี่ยนหมายกำหนดการในการผลิต เป็นต้น

4. การเปลี่ยนแปลงแบบงานของวิศวกรรมสามารถทำได้โดยง่าย เนื่องจากเครื่องจักรกลซีเอ็นซีทำงานตามคำสั่งของเอ็นซีโปรแกรม ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเอ็นซีโปรแกรมจะทำได้ง่ายกว่าการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

5. เพิ่มความถูกต้องและลดความผิดพลาดของมนุษย์ จะเห็นได้ว่าเครื่องจักรกลซีเอ็นซีควรจะถูกนำมาใช้งานในกรณีที่เราต้องการผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนซึ่งมนุษย์มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่ายดังตัวอย่างรูปที่2.1

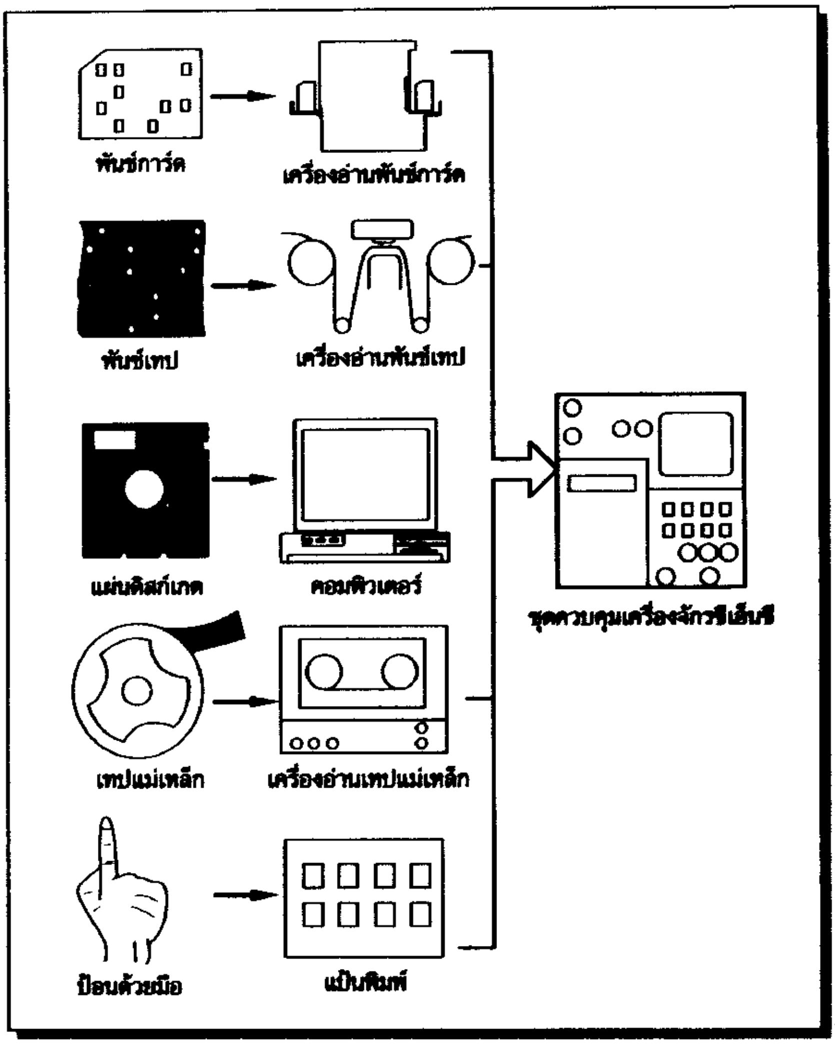


รูปที่ 2.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่มีความซับซ้อน(ไฟล์ตัวอย่าง พันธ์ธิติ วรรณโกมล)

2.4 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี

1. ส่วนที่เป็นโปรแกรมสั่งงาน (Program part) ในแต่ละแถวของคำสั่งจะมีรหัสคำสั่ง (NC Code) ของโปรแกรม ซึ่งเขียนในรูปของตัวเลข ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ ซึ่งอาจเก็บข้อมูลไว้ในคอมพิวเตอร์ เทปกระดาษ (Punched tape) หรือ Removable Disk ดังรูปที่ 2.2 ก็ได้

2. ส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลของโปรแกรม (Program input device) การป้อนข้อมูลของโปรแกรมในเครื่องจักรซีเอ็นซีที่เป็นแบบซอฟต์ไวร์ (Soft wire) นั้นจะใช้วิธีการป้อนโปรแกรมเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ชุดควบคุมการทำงานของเครื่อง (MCU) ด้วยสายส่งสัญญาณ (Interface bus) เช่น RS – 232-C โดยที่เราไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องอ่านเทปเพื่อแปลรหัสคำสั่งเหมือนกับเครื่องในระบบเอ็นซี



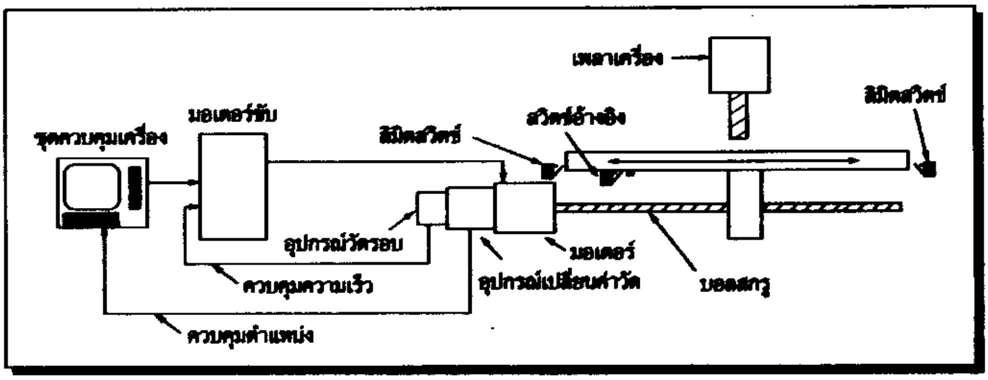
รูปที่ 2.2 อุปกรณ์เก็บข้อมูลของโปรแกรมเอ็นซี(อำนาจ ทองแสน, 2544)

3. หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Machine Control Unit: MCU) มีหน้าที่อ่านและตีความหมายของคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนป้อนข้อมูลของโปรแกรม หลังจากนั้นก็จะแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อควบคุมระบบการขับเคลื่อนของเครื่องจักรซีเอ็นซีต่อไป

หน่วยควบคุมการทำงานของเครื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ ๆ คือ ส่วนที่ทำหน้าที่อ่านโปรแกรม (Data Processing Unit : DPU) เช่น เครื่องอ่านเทปกระดาษ เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก หรือ RS – 232-C เป็นต้น และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี (Control Loop Unit : CLU) เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน การเคลื่อนที่ของแนวแกนการเปลี่ยนเครื่องมือตัด การเปิด/ ปิดน้ำหล่อเย็น เป็นต้น

4. ส่วนที่เป็นระบบควบคุมการขับเคลื่อน (Drive system) การควบคุมการขับเคลื่อนในระบบซีเอ็นซีแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ ใช้มอเตอร์แบบเป็นขั้น (Stepping motor) ใช้มอเตอร์กระแสตรง (DC servo motor) ใช้มอเตอร์กระแสสลับ (AC servo motor) และระบบไฮดรอลิก (Hydraulic servo drive)

5. เครื่องจักรกล (Machine tool) เครื่องจักรกลที่ถูกออกแบบมาเพื่อถูกควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซีจะมีระบบควบคุม 2 ลักษณะ คือ แบบวงจรเปิดและแบบวงจรปิด หรือการผสมผสานระหว่างแบบวงจรรอบเปิดและแบบวงจรรอบปิด โดยเครื่องจักรที่ควบคุมแบบวงจรรอบเปิดจะมีสัญญาณส่งไปที่มอเตอร์ซึ่งเป็นตัวขับเคลื่อนโต๊ะงาน ทำให้โต๊ะจับชิ้นงานเคลื่อนที่ไปตามที่โปรแกรมไว้ ซึ่งการควบคุมด้วยระบบนี้จะไม่มีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ (Feedback system) ทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจสอบได้ว่าสัญญาณที่ส่งมานั้นได้ทำหรือยัง หรือมีข้อผิดพลาดอย่างไร ส่วนการควบคุมแบบวงจรรอบปิดจะมีระบบตรวจสอบสัญญาณย้อนกลับ เมื่อโต๊ะหรือเครื่องมือตัดเคลื่อนที่ถึงตำแหน่งที่โปรแกรมไว้สัญญาณจับเพื่อควบคุมให้โต๊ะจับชิ้นงานหรือเครื่องมือตัดหยุด



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการควบคุมเครื่องจักรด้วยวงรอบเปิด(อำนาจ ทองแสน, 2544)

2.5 การควบคุมการขับเซอร์โว (Servo Drive Control)

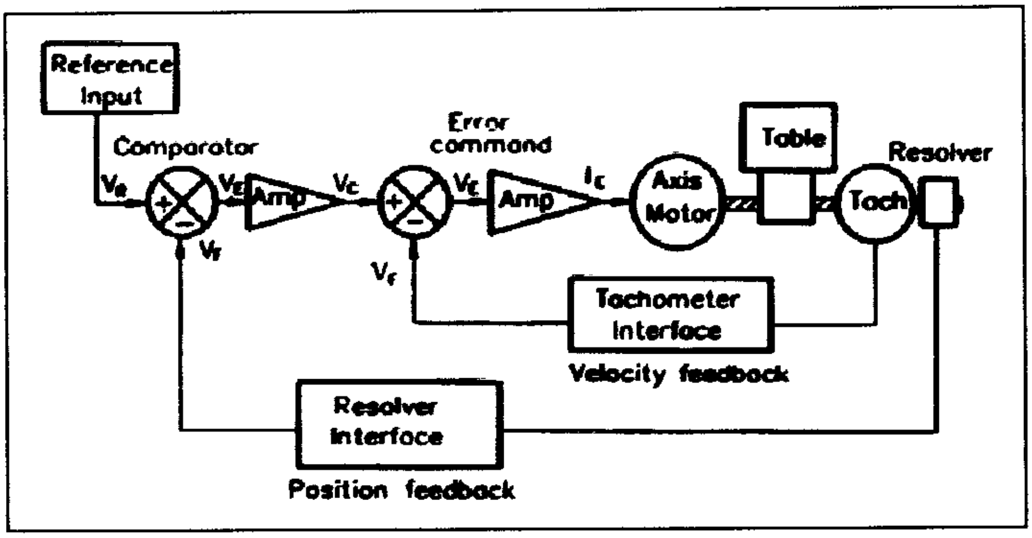
เครื่องจักรระบบซีเอ็นซีจำเป็นจะต้องมีระบบขับเซอร์โว เพราะในคำสั่งในการควบคุมจะถูกส่งออกมาจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่แปลงคำสั่งที่อยู่ในรูป NC Code เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งออกไปขับเซอร์โว เพื่อขับเคลื่อนโต๊ะงาน (Work table) ต่อไป การควบคุมการขับเซอร์โวสามารถทำได้ 2 ระบบ คือ

1. ระบบการขับเซอร์โวแบบวงรอบเปิด(Open-loop system)

ระบบการขับเซอร์โวแบบวงรอบเปิดมักจะใช้มอเตอร์แบบเป็นขั้น (Stepper Motor) เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน และใช้บอลสกรู (Ball Screw) เป็นตัวส่งกำลัง ระบบการขับเซอร์โวแบบวงรอบเปิดส่วนใหญ่จะใช้กับงานขึ้นรูปชิ้นงานที่มีการตัดเฉือนชิ้นงานเบาๆ (Light-Load) และต้องการความแม่นยำสูง

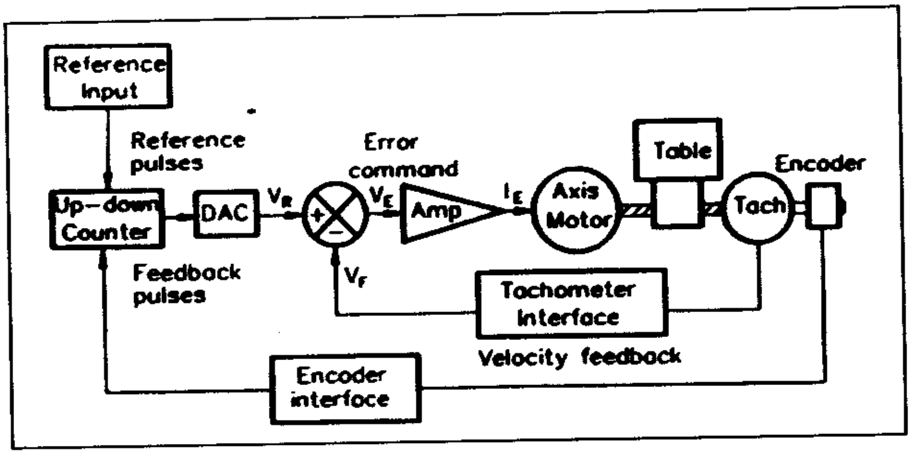
2. ระบบการขับเซอร์โวแบบวงรอบปิด(Close-loop system)

ระบบการขับเซอร์โวแบบวงรอบปิดมักจะใช้เซอร์โวมอเตอร์แบบกระแสตรง(DC servo motor) ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานและใช้บอลสกรู (Ball Screw) เป็นตัวส่งกำลังเช่นเดียวกัน แต่จะมีส่วนแตกต่างกันที่ เซอร์โวแบบวงรอบปิดจะมีระบบการส่งสัญญาณย้อนกลับ(Feedback Subsystems) เพื่อตรวจสอบว่า สัญญาณที่ส่งมานั้นได้ทำหรือยัง หรือมีข้อผิดพลาดอย่างไร สัญญาณย้อนกลับนี้มี 2 แบบคือ แบบอนาล็อก (Analog) และแบบดิจิตอล(Digital) ดังตัวอย่างรูปที่2.4



รูปที่ 2.4 ไดอะแกรมระบบขับเซอร์โวแบบวงรอบปิดที่ใช้ Resolver แบบอนาล็อก

(S.C. Jonathan Lin,1994)



รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมระบบขับเซอร์โวแบบวงรอบปิดที่ใช้ Resolver แบบดิจิตอล

(S.C. Jonathan Lin,1994)

2.6 อุปกรณ์ที่จำเป็นการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี

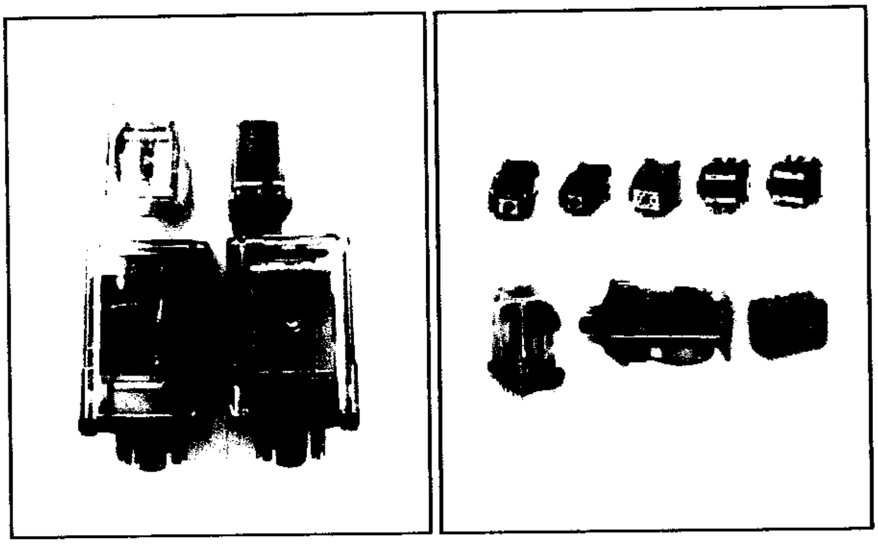
การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีนั้น จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าช่วยการกำหนดเงื่อนไขการทำงาน และส่งสัญญาณจากตัวเครื่องจักรเข้าไปที่ คอนโทรลเลอร์(Controller) เช่น การเคลื่อนที่ของโต๊ะงาน (Work Table) จะต้องมี Limited Switch เป็นตัวส่งสัญญาณกลับมาที่Controller เพื่อเป็นสัญญาณให้ Controller หยุดการทำงานเมื่อโต๊ะงานเคลื่อนที่ชน Limited Switch เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในลักษณะการทำงานเช่นนี้ในเครื่องจักรซีเอ็นซีจะมีอุปกรณ์อยู่หลายชนิดดังต่อไปนี้

2.6.1 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า หรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้าแบ่งตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (Power relay) หรือมักเรียกกันว่า คอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2. รีเลย์ควบคุม (Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างรีเลย์(Relay) ที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี

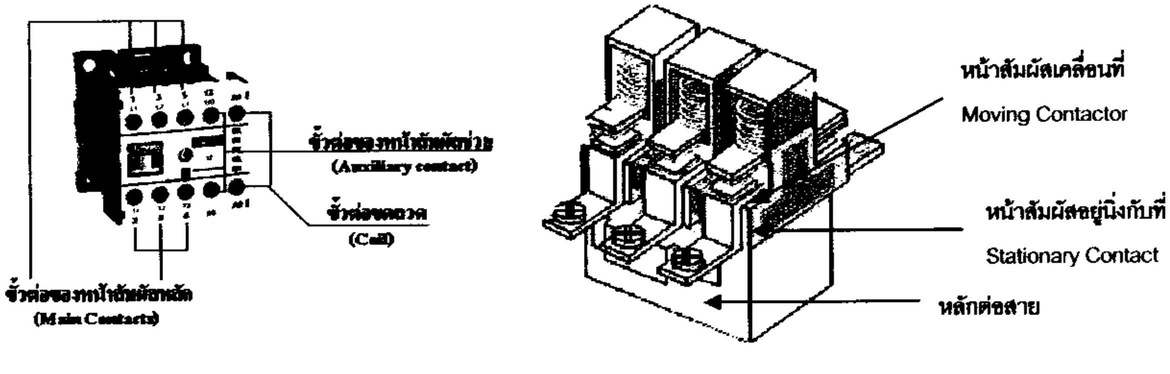
2.6.2 แมคเนติกส์คอนแทกเตอร์

แมคเนติกส์คอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจร เหมือนสวิตช์ธรรมดา แต่จะทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กแทนการสับสวิทช์ด้วยมือ ซึ่งมีข้อดี คือ

1. สามารถตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไหลสูง ประมาณ 30-400 แอมแปร์

2. ให้ความปลอดภัยต่อผู้ควบคุม

3. สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์ สวิตช์ เช่น Temperature, Pressure และการปรับแต่งการควบคุมให้เป็น แบบกึ่งอัตโนมัติควบคุมได้



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของแมคเนติกส์คอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor)

(www.9engineer.com)

แมคเนติกส์จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

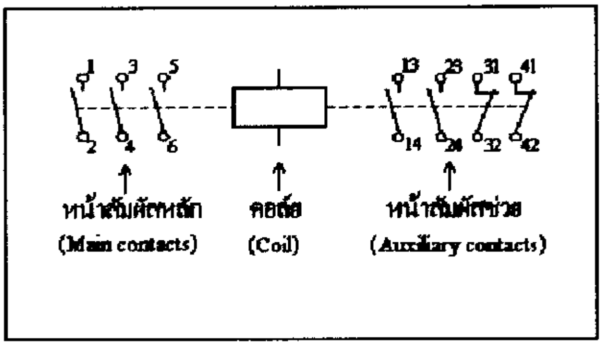
1. ส่วนที่อยู่กับที่ จะประกอบด้วย Base, Coil, Terminal และ Frame

2. ส่วนที่เคลื่อนที่ จะประกอบด้วย ชุดคอนแทกเตอร์, แกนเหล็กตัวบน, Moving Frame ส่วนการทำงานนั้น ในสภาวะปกติ สปริงที่ขาทั้งสองจะดันแกนเหล็กทั้งสองชุดให้ห่างกันทำให้คอนแทกเตอร์บางตัวต่อวงจรของจุดสัมผัสเรียกว่า คอนแทกปกติปิด และคอนแทกบางตัวไม่ได้ต่ออยู่กับจุดสัมผัส เรียกว่า คอนแทกปกติเปิด เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า ขดลวดที่ขากลางของแกนเหล็กจะสร้างสนามแม่เหล็ก อำนาจแม่เหล็กจะมากกว่าแรงสปริงทำให้แกนเหล็กเคลื่อนที่และทำให้สวิตช์ทำงาน

คอนแทกเตอร์แมกเนติกส์จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

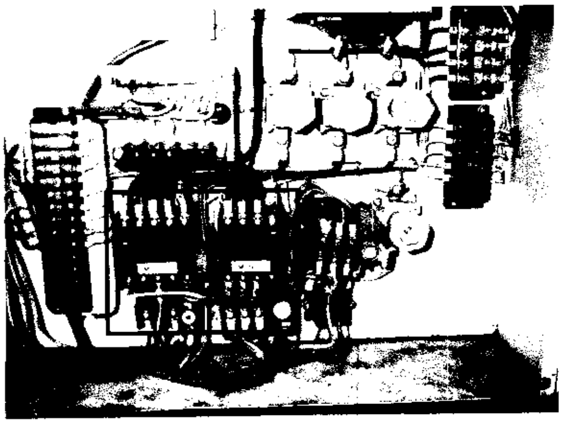
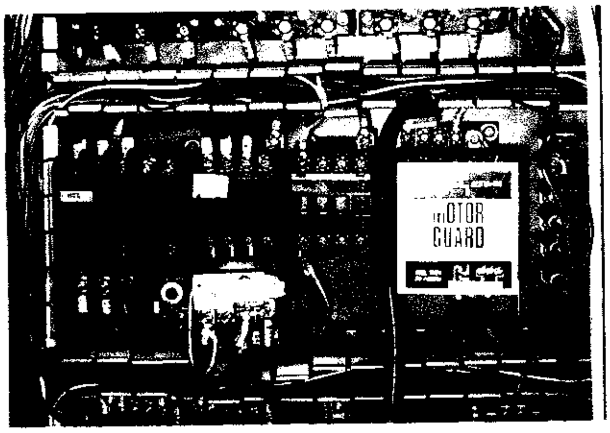
1.Main Contactor เป็นคอนแทกเตอร์สำหรับการปิด-เปิด วงจรโหลด

2.Auxilliary Contactor เป็นคอนแทกเตอร์สำหรับการปิด-เปิด วงจรควบคุมเพราะมีขนาดเล็กทนกระแสได้ต่ำ



รูปที่ 2.8 ไดอะแกรมการทำงานของแมคเนติกส์คอนแทกเตอร์ (www.9engineer.com)

หน้าที่ของคอนแทกเตอร์ คือ การใช้กำลังไฟฟ้าจำนวนน้อยเพื่อไปควบคุมการตัดต่อกำลังไฟฟ้าจำนวนมาก คอนแทกเตอร์ทำให้เราสามารถควบคุมกำลังไฟฟ้าในตำแหน่งอื่นๆ ของระบบไฟฟ้าได้ สายไฟควบคุมให้รีเลย์กำลังหรือคอนแทกเตอร์ทำงานเป็นสายไฟฟ้าขนาดเล็กต่อเข้ากับสวิตช์ควบคุมและคอล์ยของคอนแทกเตอร์กำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้าคอล์ยอาจจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง หรือไฟฟ้ากระแสสลับก็ได้ขึ้นอยู่กับการออกแบบการใช้คอนแทกเตอร์ทำให้สามารถควบคุมวงจรจากระยะไกล (Remote) ได้ ซึ่งทำให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในการควบคุมกำลังไฟฟ้า

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแมคเนติกส์คอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor)ที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี

2.6.3 DIGITAL TRANDUCER

ในกระบวนการทำงานที่ซับซ้อนของการวัดสัญญาณ และการที่จะเรียนรู้ถึงปริมาณของส่วนประกอบในการควบคุม สำหรับการดำเนินการของ Drive และ Plant งาน ในการควบคุมระบบถ้าการวัดสัญญาณอยู่ในรูปของอนาล็อก การแปลงจากอนาลอก เป็น ดิจิตอล เป็นส่วนสำคัญที่จะนำข้อมูลไปใช้กับกระบวนการที่ทำงานโดยใช้ดิจิตอล ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบความเหมาะสมแล้ว ควรที่จะมีการใช้ตัววัดที่เป็นดิจิตอลโดยตรง สำหรับตัวควบคุมระบบดิจิตอลจะดีกว่า

อุปกรณ์การวัดทางดิจิตอล (หรือ Digital Transducers) จะให้ผลการวัดเป็นแบบสัญญาณไม่ต่อเนื่อง เรียกว่า สัญญาณพัลส์ (Pulse) หรือข้อมูลเป็นรหัส สามารถอ่านได้โดยตรง จากตัวควบคุมประมวลผล อย่างไรก็ตาม ตัววัดแบบดิจิตอล เป็นอุปกรณ์ ใช้ประโยชน์ เหมือนกับการนับของอนาล็อก อุปกรณ์วัดแบบดิจิตอล จะรวมการประมวลผลของ Microprocessor ในการดำเนินการทางระบบตัวเลข และ การระบุตำแหน่ง และ ให้สัญญาณเอาท์พุต เป็นดิจิตอล หรือ รูปแบบอนาลอก เราสามารถจะนำระบบคอมพิวเตอร์ หรือการประมวลผลของระบบ Microprocessor มาใช้ในกรณีที่มีการวัดการควบคุมมากกว่าหนึ่งระบบ

เมื่อเอาท์พุตของดิจิตอลทรานเซอร์เป็นสัญญาณพัลส์ โดยนับจากการเพิ่มขึ้นของสัญญาณพัลส์แต่ละครั้ง ในช่วงเวลาหนึ่ง สัญญาณครั้งแรกจะแทนด้วย Code ดิจิตอล และข้อมูลที่เข้ามาจะถูกอ่านโดยคอมพิวเตอร์ควบคุม ซึ่งสัญญาณที่ได้จากเอาท์พุต จะส่งผ่านเป็นรูปของ Code form (เลขฐานสอง, เลขฐานสิบ, ASCII) ที่สามารถอ่านได้โดยตรงจากคอมพิวเตอร์

2.6.4 SHAFT ENCODER

Shaft Encoder เป็นทรานดิวเซอร์ดิจิตอล ที่ใช้หลักการวัดมุมของการเคลื่อนที่ ที่เปลี่ยนไปกับความเร็ว ซึ่งอุปกรณ์นี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวัดการเคลื่อนที่ และแสดงผลทางจอภาพและควบคุมการเคลื่อนที่ ของโรบอท, เครื่องจักร, servo plotter, printer, มอเตอร์แมชชีน, pump, compressor, turbine generator เพราะ Shaft encoder ให้ความแม่นยำสูง ง่ายต่อการใช้งานเพราะสัญญาณเอาท์พุท เป็นดิจิตอล

ชนิดของ Shaft Encoder แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. Incremental Encoder
2. Absolute Encoder

Incremental Encoder สัญญาณเอาท์พุทของ Incremental Encoder จะเป็นสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นเมื่อแผ่นดิสก์หมุนและผลจากการเคลื่อนที่จากการวัดโดยการนับจำนวนพัลส์ หรือช่วงเวลาของความกว้างของพัลส์โดยใช้สัญญาณนาฬิกา โดยสัมพันธ์กับจุดอ้างอิงบนแผ่นดิสก์และวัดโดยใช้ Reference pulse ภายในดิสก์เพื่ออ้างอิงตำแหน่ง

Absolute Encoder จะมี Pulse track บนดิสก์ เมื่อดิสก์หมุนขนาดของพัลส์จะเท่ากับตัวเลขบนดิสก์ขนาดของแต่ละพัลส์จะมีลักษณะเป็น Binary stage เพราะฉะนั้นการเซทค่าของพัลส์ที่ได้จาก Encoder มีความสำคัญมาก สัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาจะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของ Code แต่ละค่าจะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนมุมของดิสก์ Absolute Encoder จะใช้วัดการเปลี่ยนแปลงน้อยๆ

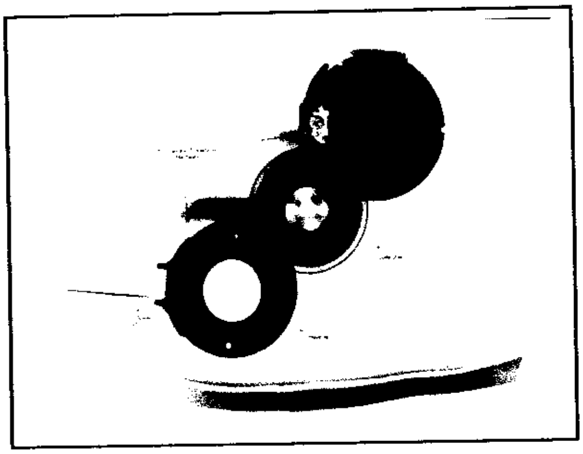
ทั้งสองชนิดจะให้สัญญาณเอาท์พุทที่เหมือนกันสามารถเลือกใช้ได้ทั้งสองชนิด

เทคนิคที่ใช้ในการให้สัญญาณทรานดิวเซอร์จะมีอยู่ 4 ลักษณะ คือ

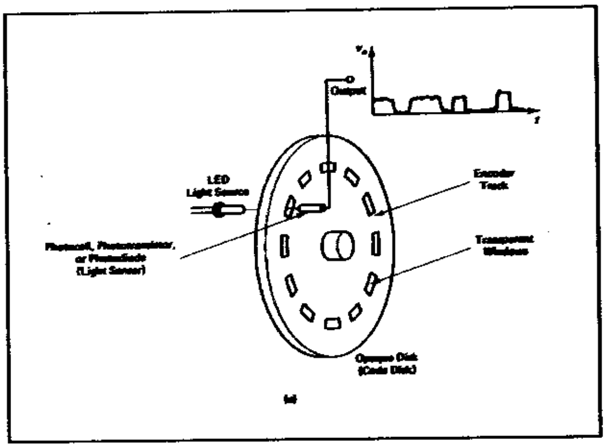
1. OPTICAL (Photo sensor) method
2. SLIDING CONTACT (Electrical Conducting) method
3. MACNATIC SATUATION method
4. PROXIMITY SENSOR method

Optical Encoder ใช้ดิสก์ทึบแสงที่มีช่องหลาย ๆ ช่องเรียงกันเป็นวงกลม มีลักษณะเป็นช่องเหลี่ยม ขนานกับลำแสงของแหล่งแสงจากไดโอดเปล่งแสง (LED)หรือหลอดไฟทังสเตน ซึ่งอยู่ทางด้านข้างดิสก์อ่านค่านี้เราจะใช้ประโยชน์จากการส่งผ่านของแสง ผ่านช่องว่างของ photo sensor บนด้านข้างของดิสก์ในการตรวจจับหรือวัดระยะสามารถแสดงได้ดังรูปที่2.11 ตัวหลอดไฟเซ็นเซอร์ควรจะเป็นพวก Silicon Photodiode , Photo transistor แสงจากหลอดเปล่งแสงจะถูกกั้นด้วยช่องทึบแสงของแผ่นดิสก์ สัญญาณเอาท์พุทจากโพรบออกมาเป็นสัญญาณแรงดันอนุกรมกันของพัลส์ สัญญาณนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามการหมุนและการเปลี่ยนมุมของแผ่นดิสก์ อุปกรณ์ที่ใช้ sensor แสงนี้จะนำไป

ติดตั้งกับระบบการหมุน หรือเชื่อมต่อกับสิ่งที่เราต้องการควบคุมความเร็ว หรือการหมุน เมื่อมีการเคลื่อนที่ ก็จะเกิดสัญญาณพัลส์เกิดขึ้น อุปกรณ์ที่เป็นแผ่นดิสก์ที่มีช่องว่างจะใช้เทคนิคในการ Print ซึ่งกระบวนการผลิตจะยุ่งยาก ในการที่จะให้ได้ Encoder ที่มีความแม่นยำสูง อุปกรณ์ที่สำคัญก็จะมี Code disk ,Housing และ Signal/ Power cable รูปที่2.10 แสดงรูปของ Encoder แบบ incremental

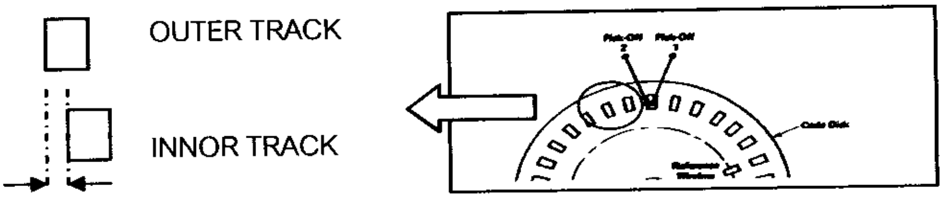


รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ Incremental Encoder (De Silva, Clarence W.Desiva, 1989)



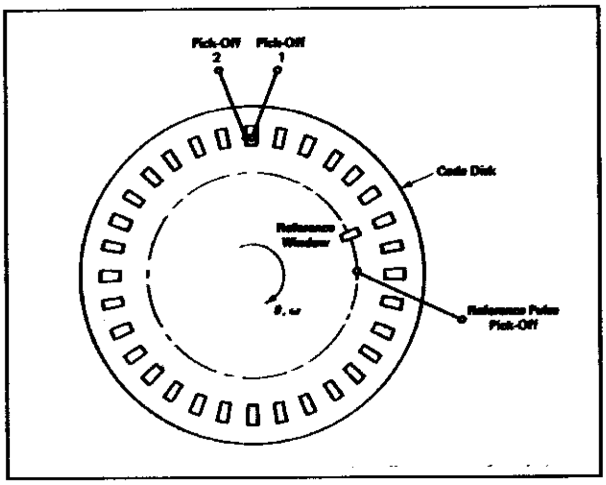
รูปที่ 2.11 รูปแสดงลักษณะของ Optical Encoder (De Silva, Clarence W.Desiva, 1989)

หลักการของ Optical encoder แบบ incremental จะใช้การวัดการเปลี่ยนมุม เมื่อมีการหมุนของแผ่นดิสก์ จะให้สัญญาณเอาท์พุตเป็นสัญญาณพัลส์ จำนวนของพัลส์ที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของแผ่นดิสก์ เราสามารถที่จะแปลงสัญญาณพัลส์ที่ได้เป็นข้อมูลของการเปลี่ยนตำแหน่งได้

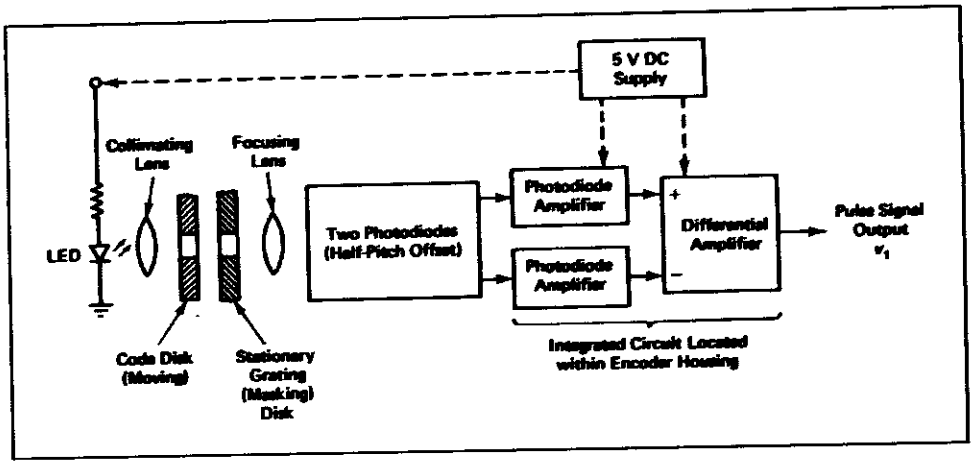


รูปที่ 2.12 แสดงช่องตรวจวัดแสง INNOR TRACK , OUTER TRACK

จากรูปที่ 2.12 จะแสดงช่องการตรวจแสงซึ่งแบ่งเป็น 3 ชั้นคือ Inner track (ด้านใน) จะเป็นช่องที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง “Home “ และในส่วนของช่องทั้งสองที่เหลือจะเป็นช่องตรวจวัดในการอ่านตำแหน่งซึ่งสังเกตได้ว่าช่อง middle จะอยู่ในตำแหน่งที่เยื้องจาก outer อยู่ครึ่งช่องของช่องตรวจวัด ทำหน้าที่ในการชดเชย เมื่อ ทำการหมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกา middle track จะตามหลัง outer track อยู่ครึ่งช่องและเมื่อหมุนทวนเข็มนาฬิกาก็จะนำหน้าอยู่ครึ่งช่องเช่นกัน ในรอบการวัดโดยการนับจำนวนช่องบนแผ่นดิสก์โดย 60 ช่องที่เกิดขึ้นใน 1 รอบ แต่ 1 รอบการหมุนจะมีมุมเท่ากับ 360 ° การหมุน 1 ช่องเท่ากับ 360 / 60 เท่ากับ 6°



รูปที่ 2.13 แสดงลักษณะของแผ่นดิสก์ของ Encoder (De Silva, Clarence W.Desiva, 1989)



รูปที่ 2.14 ไดอะแกรมแสดงอุปกรณ์ภายในของ Incremental Encoder

(De Silva ,Clarence W.Desiva,1989)

2.6.4.1 รูปแบบโครงสร้างของ Incremental Encoderในความจริงภายในของ Incremental Encoder ไม่ได้มีส่วนประกอบง่าย ๆ อย่างรูปที่2.10 มีรายละเอียดของรูปแบบไดอะแกรม การกำเนิดสัญญาณของ Incremental Encoder แสดงดังรูป 2.14 แสงที่เกิดขึ้นนี้ได้จาก LED และใช้การรวมแสงผ่านดิสก์ที่เคลื่อนที่กับดิสก์แผ่นที่อยู่กับที่โดยมีช่องผ่านของแสง เมื่อแสงผ่านจะมีตัวตรวจวัดแสง 2 ตัวทำหน้าที่ในการตรวจจับสัญญาณวิเคราะห์ระยะ (Half-Pitch offset) ความยาวของช่องแสงและการจัดเรียง Quarter – of – pitch หลังจากนั้นส่งเข้าสู่ภาคขยายสัญญาณ Differential Amplifier เปรียบเทียบสัญญาณพร้อมกับส่งสัญญาณเอาท์พุทเป็นสัญญาณพัลส์ โดยแหล่งจ่ายที่จ่ายให้จะเป็น 5 VDC ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีขนาด 5 VDC

2.6.4.2 ENCODER ERROR ข้อผิดพลาดในการอ่านตำแหน่งของ Encoder อาจจะมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น

1.ข้อผิดพลาดจากขนาดของการอ่านค่าดิจิตอล

2.การผิดพลาดจากการประกอบ Encoder

3.ความคลาดเคลื่อนจากการเชื่อมต่อที่ไม่ถูกต้อง

4.โครงสร้าง(การขึ้นรูปของ แผ่นดิสก์ หรือแกนเพลา)

5.ค่าเผื่อในกระบวนการผลิต(ข้อผิดพลาดจากความไม่แม่นยำของระบบการพิมพ์code , ตำแหน่งของ pick off ผิดพลาด ฯลฯ)

6.ผลกระทบภายนอก(การสั่นสะเทือน ,อุณหภูมิ,สิ่งสกปรก ฯลฯ)

ปัจจัยเหล่านี้สามารถทำให้เกิดความผิดพลาดในการอ่านค่าและ ความเร็วในการอ่าน และทิศทางที่ไม่ถูกต้อง

Raw pulse จะเป็นสัญญาณที่ได้จาก Optical Encoder ซึ่งสัญญาณนี้สามารถที่จะถูกรบกวนจาก Generator Circuit และแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งจะส่งผลทำให้สัญญาณพัลส์ที่ได้ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดการผิดพลาดของสัญญาณ และในส่วนนี้สามารถที่จะทำการแก้ไขโดยการเพิ่ม Schmitt trigger หรือวงจรทางลอจิก ด้วยระบบการชดเชยทางอิเล็กทรอนิกส์ วงจร Edge Detection Circuit วิธีนี้สามารถที่จะลด noise ได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็ยังมีข้อเสียในเรื่องของ hysteresis การที่จะลดสัญญาณรบกวนได้ทั้งหมดนั้นจะต้องใช้การเซ็นเซอร์แสง 2 ตัวและใช้วงจรเปรียบเทียบในการสร้างสัญญาณพัลส์ที่ได้จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของแรงดันสัญญาณที่ได้จะมีความแม่นยำมากขึ้น

2.6.4.3 ความผิดพลาดที่มาจากการผิดปกติและบิดเบี้ยว

Shaft eccentricity การหมุนของแกนเพลาและ code disk ไม่สมดุลกัน แกนหมุนจะทับกันไม่สนิท

Assembly eccentricity สาเหตุมาจากการประกอบ code disk กับเพลาไม่ถูกต้องทำให้เมื่อมีการหมุนแกนเพลาอาจจะไม่ตรงกันการอ่านค่าจึงผิดพลาด

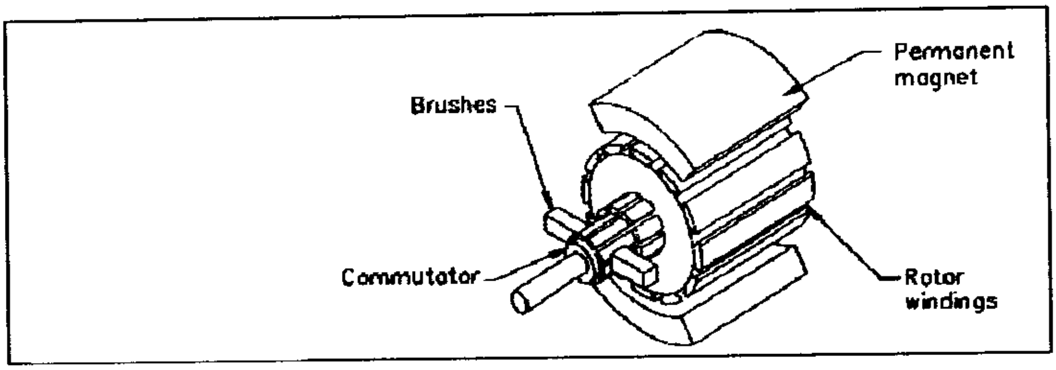
Track eccentricity เกิดจากความไม่สม่ำเสมอของกระบวนการพิมพ์ code disk ทำให้ ศูนย์กลางของ track ไม่ตรงกับศูนย์กลางของดิสก์

Radial play อาจจะเกิดจากการหลวม ประกอบไม่แน่นของชิ้นส่วนที่ใช้ในการหมุนของ Encoder

2.6.5 มอเตอร์

เครื่องจักรกลเอ็นซีสมัยใหม่จะออกแบบใช้ระบบขับป้อนแบบเซอร์โว (Servo Drives) ทำให้สามารถปรับอัตราป้อนและความเร็วรอบได้โดยไม่มีขีดจำกัดของขั้นความเร็วและอัตราป้อน มอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับป้อนโดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

2.6.5.1. มอเตอร์กระแสตรง (DC Motors) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงจะใช้เป็นแม่เหล็กถาวรที่มี 4,6 หรือ 8 ขั้ว ประกอบด้วยระบบเบรก (Brake) แกนมอเตอร์ (Rotor) อุปกรณ์วัดรอบ (Tachometer)และอุปกรณ์วัด (Measuring Box) การใช้มอเตอร์กระแสตรง ทำให้สามารถปรับอัตราป้อนได้ละเอียดและมีวงจรควบคุมที่ไม่ซับซ้อน แต่ก็มีข้อเสียตรงที่มอเตอร์ชนิดนี้ต้องใช้แปรงถ่าน ซึ่งจะต้องคอยทำความสะอาดและเปลี่ยนเมื่อแปรงถ่านหมด นอกจากนี้แปรงถ่านยังทำให้แกนมอเตอร์สึกหรออันเป็นผลทำให้กำลังมอเตอร์ลดลง ข้อเสียอีกประการหนึ่งก็คือ หากต้องการกำลังขับสูง มอเตอร์ก็จะมีขนาดใหญ่ด้วย และเมื่อใช้ความเร็วรอบสูงๆ จะทำให้แรงบิดลดลง ดังนั้น จึงมักใช้กับเครื่องจักรกลซีเอ็นซีขนาดเล็กและขนาดกลาง



รูปที่ 2.15 โครงสร้างของ DC servo motor แบบที่มีแปรงถ่าน (S.C. Jonathan Lin,1994)

2.6.5.2. มอเตอร์แบบเป็นขั้น (Stepping Motors) เป็นมอเตอร์ที่ทำงานแบบต่อเนื่องโดยการแปลงคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้าไปในระบบให้เป็นการเคลื่อนที่เชิงมุม การหมุนในแต่ละมุมหรือขั้นที่เปลี่ยนไป 1 ขั้นเท่ากับ 1 คลื่นสัญญาณ ดังนั้น ตำแหน่งของเพลาจะถูกกำหนดโดยจำนวนคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้าไปในระบบ และความเร็วในการหมุนของเพลาจะวัดเป็นจำนวนขั้นต่อวินาที (Steps per Second) ความเที่ยงตรงของระบบจะขึ้นอยู่กับความสามารถของมอเตอร์ในการแบ่งขั้นการหมุนตามจำนวนคลื่นสัญญาณที่ป้อนเข้าในระบบ แรงบิดมอเตอร์ชนิดนี้จะลดลงเมื่อความเร็วในการหมุนแบ่งเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับเครื่องจักรกลเล็กๆ ที่ไม่ต้องใช้กำลังขับมาก

2.6.5.3. มอเตอร์กระแสสลับ (Alternate-Current Motor) ส่วนมากจะเป็นมอเตอร์แบบซิงโครนัส (Synchronous Motor) ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้คือ ไม่ต้องใช้แปรงถ่าน ทำให้สามารถลดงานบำรุงรักษาได้มาก และมอเตอร์ขนาดเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์กระแสตรง จะสามารถให้แรงบิดได้ดีกว่า และมีขนาดเล็กกว่าด้วย ส่วนข้อเสียของมอเตอร์แบบนี้คือ วงจรควบคุมจะมีความซับซ้อนมากกว่าวงจรควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

2.7 ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี

ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี(Machine Control Unit : MCU) เป็นส่วนที่สำคัญมากของเครื่องจักรซีเอ็นซี โดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนรับข้อมูล(Data input) ส่วนประมวลผล (Data processing) ส่วนส่งข้อมูลออก (Data output) และส่วนที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรซีเอ็นซี(Machine I/O interface)

2.7.1 ส่วนรับข้อมูล(Data input) มีหน้าที่เกี่ยวกับการป้อนและเก็บโปรแกรมเอ็นซี ในอดีตประกอบด้วยเครื่องอ่านเทป แต่ปัจจุบันนิยมใช้การนิยมป้อนโปรแกรมเอ็นซี จากคอมพิวเตอร์

ผ่านทาง Port RS-232 C เข้ามาที่ ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี (Machine Control Unit)

2.7.2 ส่วนประมวลผล(Data processing) มีหน้าที่ประมวลผลข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามาซึ่งมีซีพียู (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและเปรียบเทียบค่าต่างๆ เช่น ตำแหน่งของโต๊ะงาน อัตราป้อน ตำแหน่งของเครื่องมือตัด ควบคุมการเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็นโดยอัตโนมัติ

2.7.3 ส่วนส่งข้อมูลออก (Data output) มีหน้าที่กำหนดตำแหน่งและสัญญาณป้อนให้กับวงจรที่ควบคุมเซอร์โวเพื่อควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์ต่อไป

2.7.4 ส่วนที่เชื่อมต่อกับเครื่องจักรซีเอ็นซี(Machine I/O interface) ทำหน้าที่แยกสัญญาณที่จำเป็นในการ

ควบคุมการหมุนของเพลาจับเครื่องมือตัด(Spindle)

กลไกการเปิดปิดน้ำหล่อเย็น

สัญญาณในการหยุดเครื่องฉุกเฉิน(Emergency stop)

สัญญาณการรับภาระเกินพิกัด (Overload)

สัญญาณการเกิดความร้อนเกินพิกัด (Overheat)

จากรูปที่ 2.16 แสดงไดอะแกรมของหน่วยควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี และส่วนประกอบอื่นๆ ของส่วนประมวลผลข้อมูลซึ่งมีทั้งหมด 6 ส่วน คือ

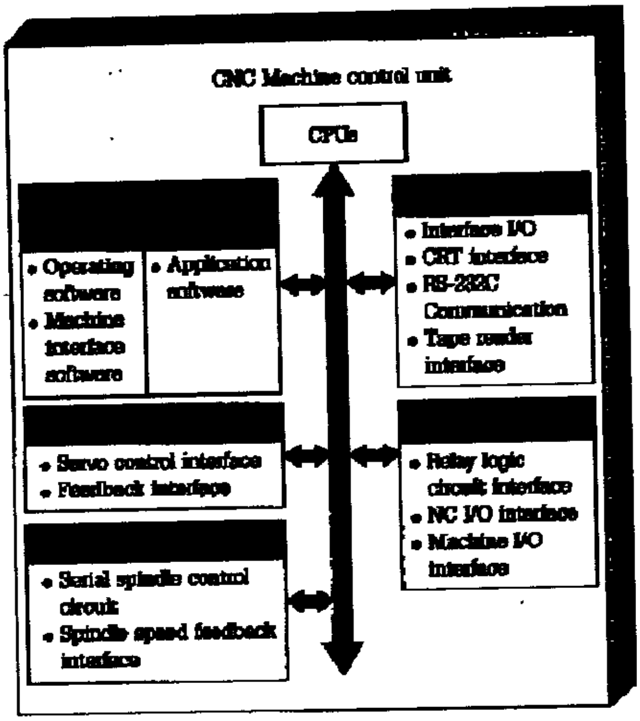
1. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit: CPU) ที่เป็นหัวใจของคอมพิวเตอร์ มีหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมด ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญๆ 3 ส่วน คือ

ก. ส่วนควบคุม(*Control section)* มีหน้าที่

1. ติดต่อกับหน่วยรับข้อมูล(Data input) และควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในคอมพิวเตอร์

2. นำข้อมูลจากหน่วยความจำในแรม(RAM) หรือ (ROM) มาแปลรหัส หรือแปลคำสั่ง

3. ส่งสัญญาณข้อมูลของระบบควบคุมที่แปลรหัสเสร็จแล้วเป็นคำสั่งส่งไปยังหน่วยส่งข้อมูลออก (Data output)



รูปที่ 2.16 ลักษณะของ MCU (S.C.Jonathan Lin. 1994)

ข. ส่วนจัดการทางตรรกศาสตร์(*Arithmetic-logic section)* ทำหน้าที่คำนวณข้อมูลที่เกี่ยวกับตรรกศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ เช่น การบวก (+) การลบ (-) เป็นต้น

ค. ส่วนที่เป็นหน่วยความจำชั่วคราว(*Immediate-access memory section)* ทำหน้าที่นำข้อมูลจากหน่วยรับข้อมูลเข้ามาเรียงลำดับไว้เพื่อส่งไปยังหน่วยอื่นๆ ทำงานอยู่ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดภาวะรอข้อมูล

2. หน่วยความจำ (Memory) เนื่องจากหน่วยความจำของซีพียูของคอมพิวเตอร์มีจำกัด จึงจำเป็นที่จะต้องหาหน่วยความจำขนาดใหญ่สำหรับเก็บข้อมูลของโปรแกรม หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์แบ่งได้ 2 ชนิดด้วยกันคือ

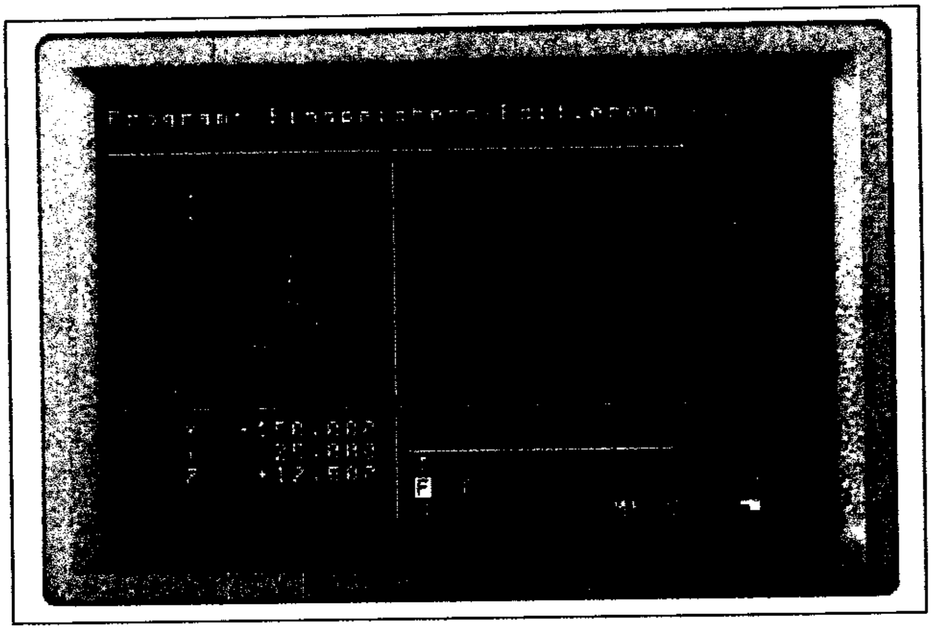
ก. หน่วยความจำหลัก(Primary memory)ได้แก่หน่วยความจำประเภทแรม(Random Access Memory :RAM) ซึ่งสามารถอ่าน เขียน หรือลบข้อมูลได้ตลอดเวลา และหน่วยความจำประเภทรอม(Ready Only Memory) ที่ใช้เก็บข้อมูลไว้อย่างถาวร อ่านได้อย่างเดียว ไม่สามารถเขียน ลบ หรือแก้ได้

ข. หน่วยความจำสำรอง(Secondary memory) ได้แก่ ฮาร์ดดิสก์ ฟลอปปีดิสก์ เทปแม่เหล็ก ซึ่งใช้เก็บโปรแกรม เมื่อเราเปิดเครื่อง ข้อมูลจะไม่สูญหาย สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ยาวนาน แต่จะทำงานช้ากว่าหน่วยความจำหลัก

3. การติดต่อสื่อสาร(Communication) ในการทำงานของระบบซีเอ็นซี ซีพียูจะต้องติดต่อสื่อสารกับส่วนประกอบอื่นๆ ที่อยู่ภายนอกคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปจะติดต่อสื่อสารผ่านระบบบัส (Bus system) ช่างควบคุมเครื่องจักรสามารถติดต่อสื่อสารเพื่อควบคุมเครื่องได้ 3 ทางคือ

ก. จอภาพ(Display) ในอดีตจะใช้หลอดภาพ Cathode Ray Tube: CRT แต่ปัจจุบันนิยมใช้จอภาพ LCD แทน จอภาพนี้จะใช้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมเอ็นซี ประกอบด้วย

1. ข้อมูลของโปรแกรมที่ใช้งาน (Active Part Program)
2. แนวแกนใช้งานปัจจุบัน (Current Axis)
3. ทางเดินของเครื่องมือตัด (Tool part)
4. ข้อมูลเกี่ยวกับการวางตำแหน่งของมีด(Tool Offset)
5. การจำลองการตัดเฉือนชิ้นงาน (Simulation)
6. แสดงสัญญาณเมื่อโปรแกรมหรือระบบควบคุมเซอร์โวมีการผิดพลาด(Alarm for Program errors)
7. อื่นๆ

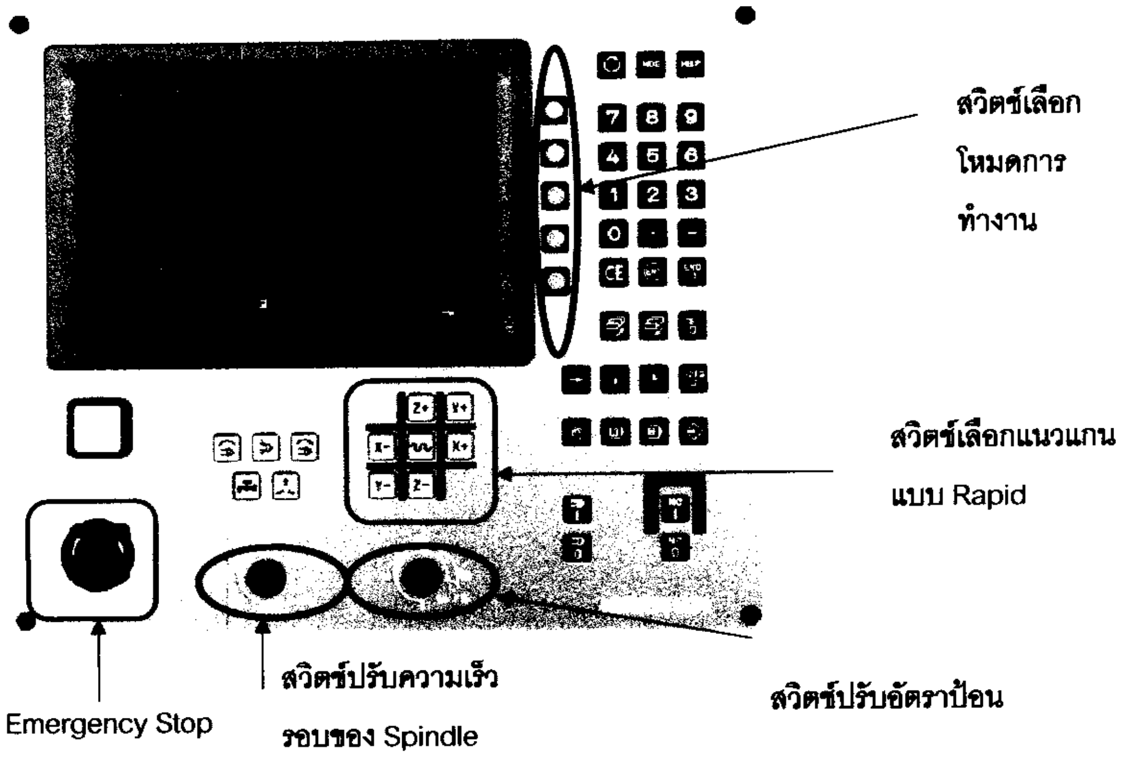


รูปที่ 2.17 จอภาพแอลซีดี (LCD Display) ที่ใช้งานอยู่

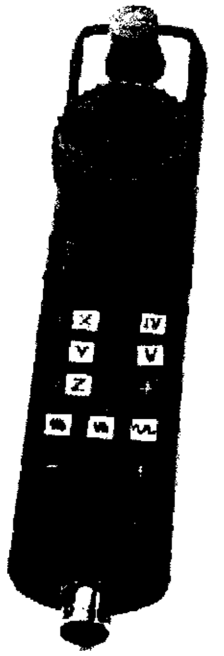
ข. แผงควบคุมการทำงาน(Operator control panel) เป็นส่วนที่ช่างควบคุมเครื่องติดต่อสื่อสารกับเครื่องจักรซีเอ็นซี ในการควบคุมงานต่างแบ่งเป็นสองส่วนคือ

ส่วนควบคุมเครื่องจักร(Machine Control) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมสวิตซ์ปิด/เปิดต่างๆ(On/Off and push) สวิตซ์แบบเลือก(Select switch) มือหมุนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic hand wheel)และสวิตซ์ปรับ (Override switches) สวิตซ์เหล่านี้จะทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี เช่น การเปิด/ปิด เพลาจับยึดเครื่องมือตัด(Spindle) การเปิด/ปิดน้ำหล่อเย็น(Coolant) ทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกน รวมถึงความเร็วและอัตราป้อน(Feed & Speed) ลักษณะเป็นเปอร์เซ็นต์ความเร็วและอัตราป้อนด้วยสวิตซ์ปรับ

แผงควบคุมซีเอ็นซี CNC โดยทั่วไปจะมีลักษณะการออกแบบที่แตกต่างกัน เช่น รูปแบบการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่างๆ จำนวนของปุ่มควบคุมเป็นต้น ดังรูปที่ 2.18 มีปุ่มควบคุมจำนวนน้อยเพราะโดยส่วนใหญ่จะใช้ร่วมกับ จอภาพ (Displays)



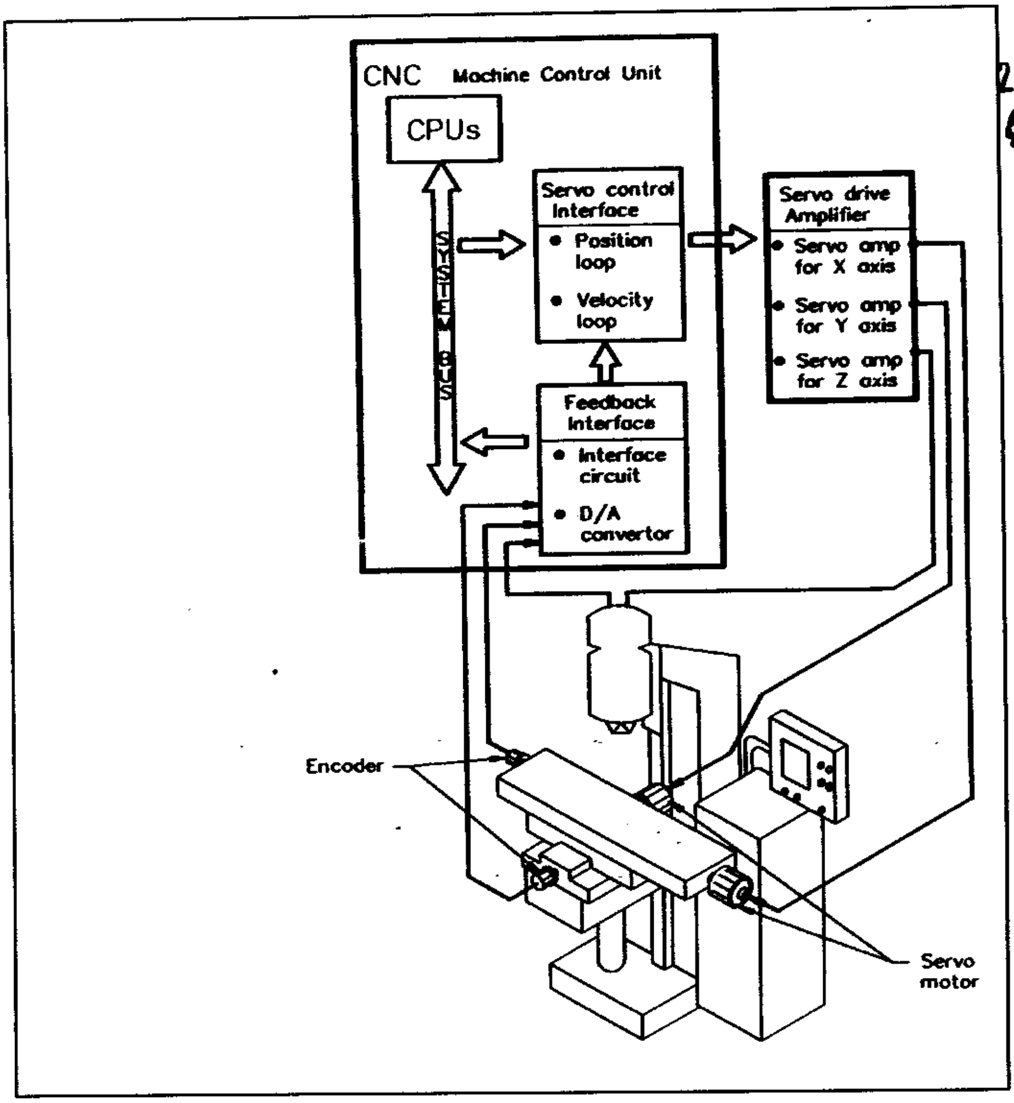
รูปที่ 2.18 สวิตซ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับ Controller



รูปที่ 2.19 Electronic Hand wheel HEIDENHAIN

ส่วนควบคุมการโปรแกรม(Program Control) คือส่วนที่สามารถ การป้อนและแก้ไขโปรแกรมได้โดยตรงที่แป้นพิมพ์ การโปรแกรมลักษณะนี้เรียกว่า " การป้อนด้วยมือ(Manual Data Input : MDI) "ในการโปรแกรมกับชุดควบคุมรุ่นเก่าจะมีจะแป้นพิมพ์ที่เป็นตัวหนังสือและตัวเลขจำนวนมาก แต่ชุดควบคุมรุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบันจะมีแป้นพิมพ์จำนวนน้อย จะเป็นการเลือกการทำงานตามตัวแบบ(Pattern) ที่ชุดควบคุมมีให้มากกว่า จะมีลักษณะเป็นการตอบคำถามของชุดควบคุมมากกว่า ซึ่งทำให้ง่ายต่อการทำงาน

ป
ว
230
ท162
2547
สำนักหอสมุด
20 ก.ค. 2547
4740377



รูปที่ 2.20 ระบบควบคุมการขับเซอร์โว (Servo drive control) (S.C.Jonathan Lin. 1994)

ส่วนป้อนข้อมูล/ออกของโปรแกรม (Part program input and output) เนื่องจากโปรแกรมเอ็นซีสามารถเก็บไว้เป็นข้อมูลได้หลายรูปแบบ ฉะนั้นการนำโปรแกรมมาใช้จะต้องใช้เครื่องอ่านข้อมูลในแบบนั้นๆ เช่น เครื่องอ่านเทปกระดาษ (Punched tape reader) เครื่องอ่านเทปแม่เหล็ก (Magnetic tape reader) ซึ่งเป็นที่นิยมในอดีต แต่ปัจจุบันจะใช้คอมพิวเตอร์และใช้โปรแกรมส่งข้อมูลออกผ่านทาง RS-232-C เชื่อมต่อกับระบบบัส (Bus system) ของซีพียู (CPU) และการ์ดของหน่วยเชื่อมต่อ (I/O interface card)

4. การควบคุมการขับเซอร์โว (Servo drive control) การควบคุมการขับเซอร์โวมี 2ระบบย่อยคือระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โว (Servo control interface) และระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ (Feedback interface) ดังรูปที่2.20

ก. ระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โว (Servo control interface) จะเป็นส่วนที่ควบคุมตำแหน่งและความเร็วในการขับเคลื่อนมอเตอร์ แต่สัญญาณที่ส่งมาจากระบบซีเอ็นซีและระบบควบคุมการเชื่อมต่อเซอร์โว (Servo control interface) มีกำลังต่ำ จึงต้องมีชุดขยายสัญญาณขับเซอร์โว (Servo drive amplifier)ในการขยายสัญญาณก่อนส่งไปควบคุมมอเตอร์ โดยชุดขยายสัญญาณขับเซอร์โว(Servo drive amplifier) จะเป็นส่วนประกอบของระบบการควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์

ข.ระบบเชื่อมต่อสัญญาณย้อนกลับ(Feedback interface) จะมีอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด (Encoder or Resolver) ทำหน้าที่บันทึกตำแหน่งการเคลื่อนที่ส่งกลับไปที่ซีพียูและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของชุดควบคุมเซอร์โว และระบบควบคุม(Controller)ก็จะใช้สัญญาณนี้ไปคำนวณหาระยะในการเลื่อนตำแหน่งของโต๊ะงานต่อไป

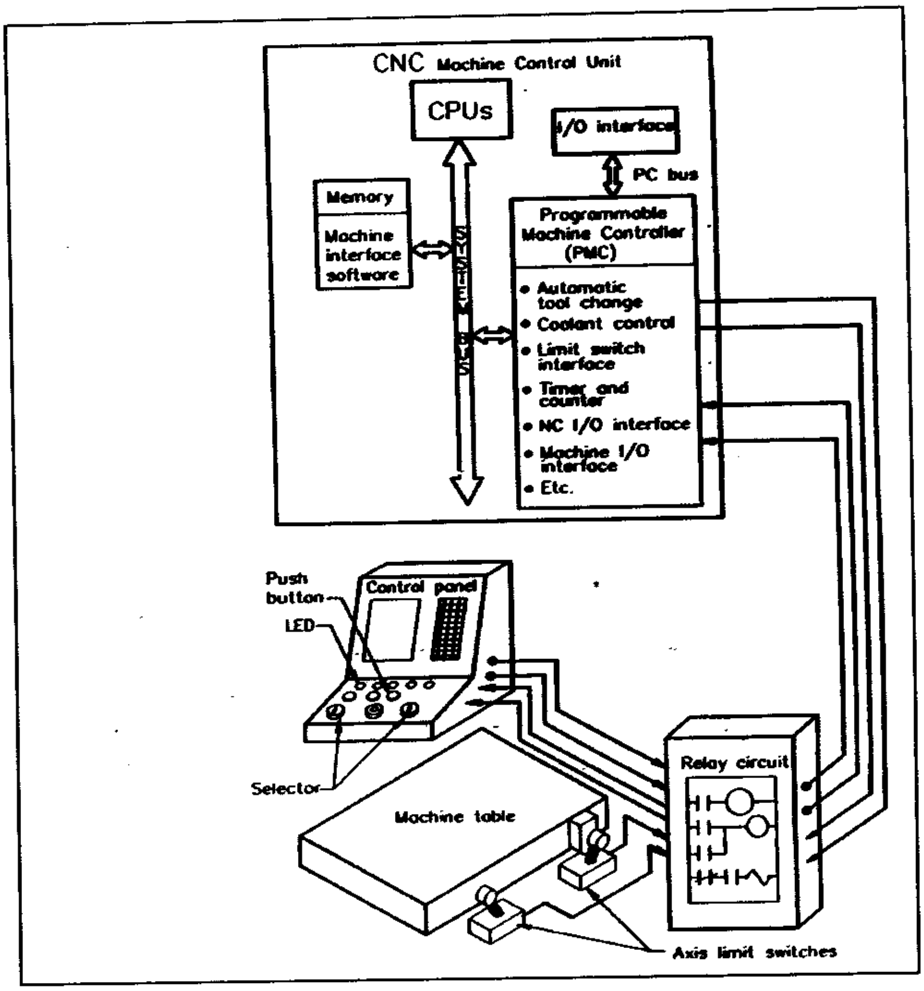
5. การควบคุมความเร็วรอบของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด(Spindle) ส่วนมากจะใช้คำสั่ง S ในการโปรแกรม แต่ในเชิงควบคุมงานจริงจะใช้ระบบการควบคุมเซอร์โว และอาจพบว่ามีระบบเกียร์รวมอยู่ด้วย เพราะทอร์กของมอเตอร์จะลดลงเมื่อมอเตอร์หมุนด้วยความเร็วสูง ดังนั้นจึงต้องมีระบบเกียร์เข้ามาช่วยไม่ให้ทอร์กของมอเตอร์จะลดลง ในระบบซีเอ็นซีบางครั้งจะต้องมีอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาล็อก(D/A converter)เพราะสัญญาณในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์เป็นแบบอนาล็อก แต่คอมพิวเตอร์ของเครื่องซีเอ็นซีจะส่งสัญญาณเป็นดิจิตอล จึงต้องมีการแปลงสัญญาณก่อน จึงจะสามารถควบคุม การหมุนของมอเตอร์และจะสามารถควบคุมความเร็วรอบของเพลาจับยึดเครื่องมือตัด(Spindle)ได้ต่อไป

6. พีเอ็มซี (Programmable Machine Controller: PMC) สัญญาณที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซีอาจแบ่งได้ 2 ชนิด กล่าวคือ

1.สัญญาณควบคุมตัวเลข(Numerical control signals) เป็นสัญญาณที่ใช้ควบคุมข้อมูลของตำแหน่ง(Position data)ข้อมูลของความเร็ว(Velocity data) ข้อมูลของการวางตำแหน่งเครื่องมือตัด (Tool offset) ข้อมูลเกี่ยวกับการชดเชยรัศมีของเครื่องมือตัด (Compensation data)และข้อมูลของค่าตัวแปรอื่นๆ

2. สัญญาณควบคุมลำดับ (Sequence control signals)) เป็นสัญญาณที่ใช้ควบคุมลำดับขั้นในการทำงานของเครื่องจักร โดยจะมีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิตอล

ในการควบคุมเครื่องจักรระบบซีเอ็นซี จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ของคอมพิวเตอร์ร่วมกับหน่วยประมวลผลของพีแอลซี(Programmable Logic Control : PLC) หรือ (Programmable Controller :PC) ซึ่งจะต้องเขียนโปรแกรมในการควบคุมในลักษณะเช่นเดียวกันกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ



รูปที่ 2.21 การเชื่อมต่อพีเอ็มซี (PMC)กับระบบควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี(S.C.Jonathan Lin. 1994)

พีแอลซีที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรนี้เรียกว่า " พีเอ็มซี (Programmable Machine Controller) " และจะใช้ในการควบคุมระบบต่อไปนี้ คือ

1. การเปลี่ยนเครื่องมือโดยอัตโนมัติ(Automatic tool change)
2. การเปิดปิดน้ำหล่อเย็น (Coolant control)
3. การทำงานของลิมิตสวิตช์ (Limit switch interface)
4. การจับยึดชิ้นงาน(Clamping system control)

5. เชื่อมต่อกับอินพุต/เอาต์พุตโปรแกรมเอ็นซี (NC I/O interface)

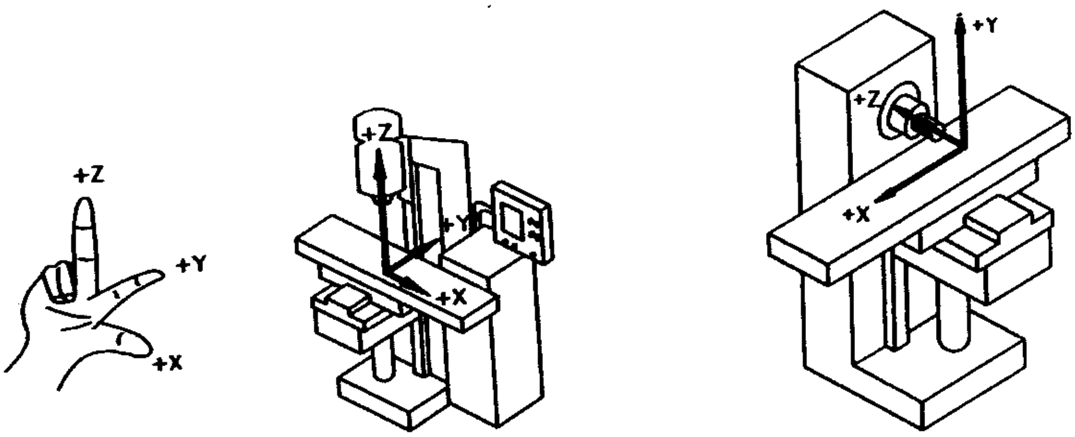
6. การหยุดฉุกเฉิน(Emergency stop)

7. เชื่อมต่ออินพุต/เอาต์พุตของเครื่องจักร(Machine I/O interface)

8. อื่นๆ

2.8 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักรกล

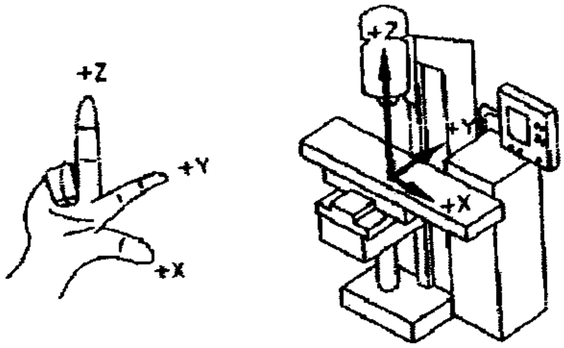
ในการกำหนดแนวแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรในระบบซีเอ็นซีนั้นจะอาศัยระบบการวัดโคออร์ดิเนตแบบ Cartesian Coordinate Systems ซึ่งประกอบด้วย 3 แนวแกน โดยแต่ละแนวแกนจะตั้งฉากซึ่งกันและกันดังรูปที่ 2.22



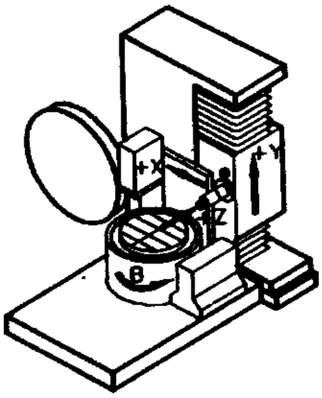
รูปที่ 2.22 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักร(S.C.Jonathan Lin. 1994)

เครื่องจักรซีเอ็นซีบางชนิดจะมีแนวแกนป้อนและแนวแกนหมุนรวมกันอยู่หลายแนวแกนจึงมีการกำหนดมาตรฐานของแนวแกนของเครื่องจักรซีเอ็นซีขึ้นตามมาตรฐาน EIA-267-B (Electronic Industries Association) มีทั้งหมด 14 แนวแกน เป็นแนวแกนที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง 9 แนวแกน แนวหมุนอีก5 แนวแกน มีรายละเอียดดังนี้

1. แนวแกนแรกที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง(Primary linear axes)คือ X , Y และ Z จะใช้กฎมือขวาดังรูป โดย แนวแกน Z จะขนานอยู่ในแนวเดียวกับเพลาจับยึดเครื่องมือตัด และกำหนดให้เป็นทิศบวก (+) เมื่อ เคลื่อนที่เครื่องมือตัดถอยห่างออกจากชิ้นงาน และจะกำหนดให้เป็นทิศลบ (-) เมื่อเคลื่อนที่เครื่องมือตัดเข้าหาชิ้นงาน และแนวแกน X จะอ้างอิงจาก แนวแกน Z และ เมื่อเราหันหน้าเข้าหาเครื่อง แนวแกน X จะวางตัวในแนวที่พุ่งออกจากตัวเราทางซ้ายและขวามือเสมอ และทิศบวกของแนวแกนที่อยู่ในแนวตั้ง(Vertical) ทิศพุ่งขึ้นจะเป็นบวกเสมอ

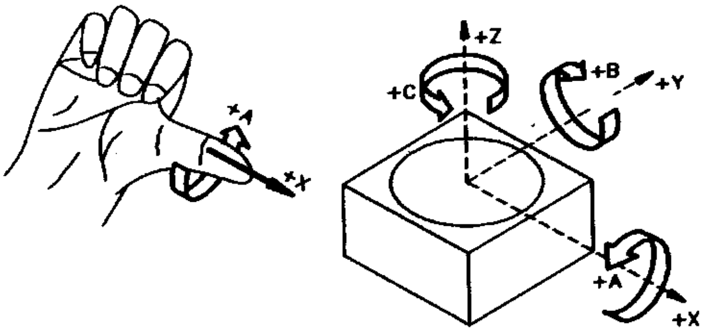


รูปที่ 2.23 การกำหนดแนวแกน **ของเครื่องจักรเพลาตั้ง** (S.C. Jonathan Lin,1994)

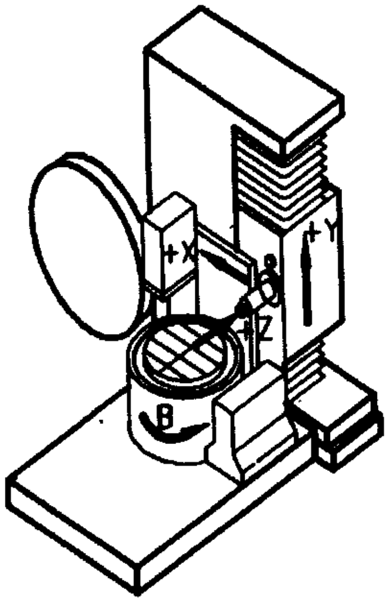


รูปที่ 2.24 การกำหนดแนวแกน **ของเครื่องจักรเพลานอน**(S.C.Jonathan Lin. 1994)

2. แนวแกนแรกที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกน (Primary rotary axes) คือ A ,B และ C ซึ่งมีทิศทางการหมุนรอบแกน X, Y และ Z ตามลำดับ ดังรูปที่ 2.25

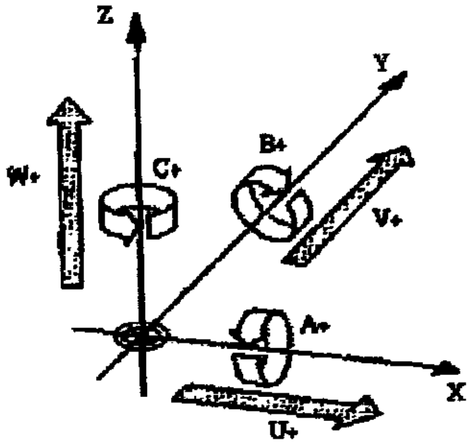


รูปที่ 2.25 การกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่หมุนรอบแนวแกน(S.C.Jonathan Lin. 1994)

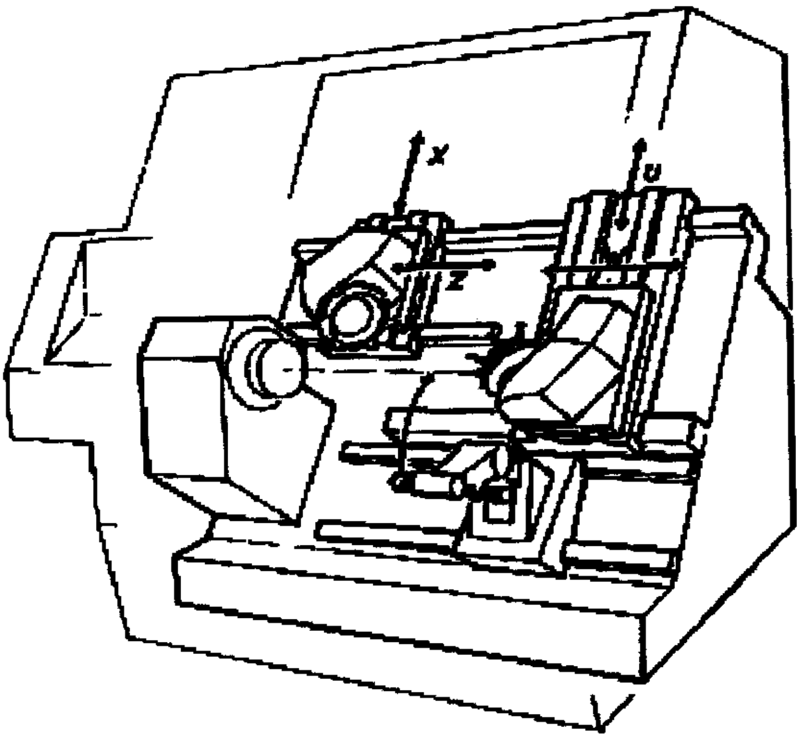


รูปที่ 2.26 CNC 4 Axes(S.C.Jonathan Lin. 1994)

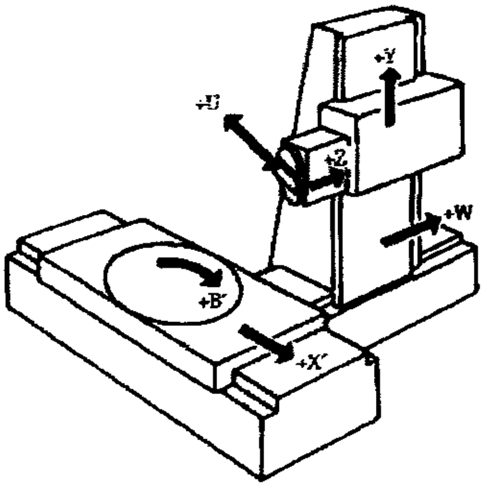
3. แนวแกนที่สองที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง(Secondary linear axes) คือ แนวแกน U ,V และ W จะวางตัวในแนวขนานกับ แนวแกน X , Y และ Z ตามลำดับ ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 การกำหนดแนวแกนที่ 2 และทิศทางการเคลื่อนที่ของแนวแกน (อำนาจ ทองแสน 2544)

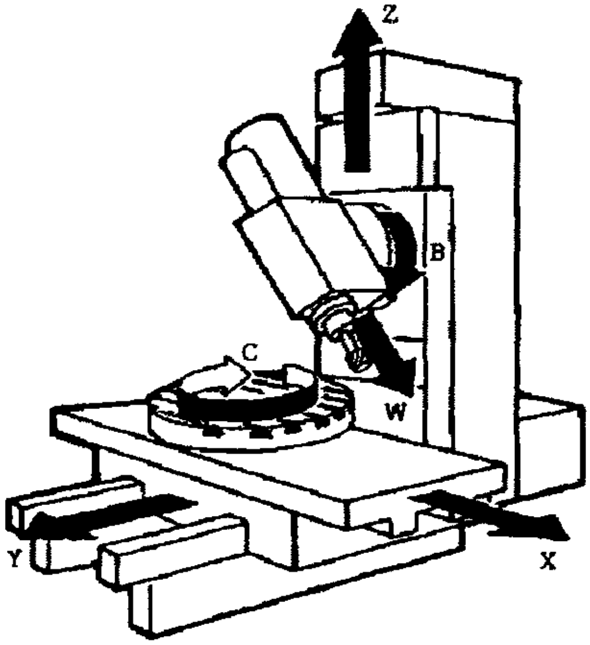


รูปที่ 2.28 เครื่องกลึง CNC มีป้อมมีด 2 ชุด (S.C.Jonathan Lin. 1994)



รูปที่ 2.29 เครื่องกัด CNC ที่มีแนวแกนที่ 2 (U, W)

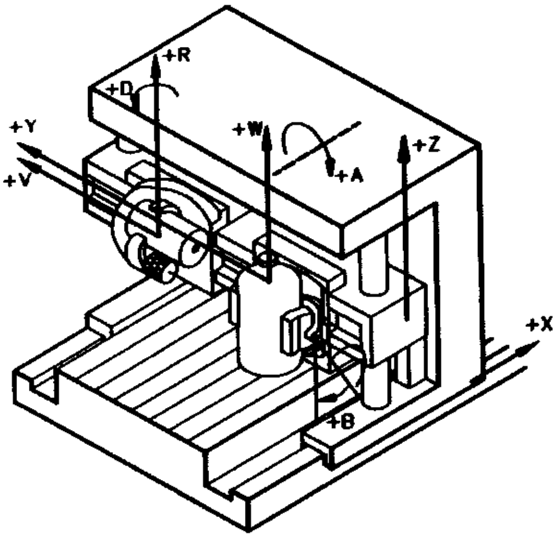
(S.C.Jonathan Lin. 1994)



รูปที่ 2.30 เครื่องกัด CNC ที่มีแนวแกนที่ 2 (W) .

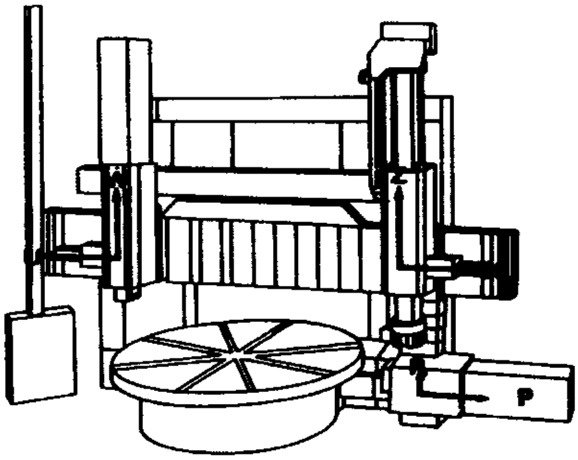
(S.C.Jonathan Lin. 1994)

4.แนวแกนที่ 2 ที่เคลื่อนที่หมุนรอบแกน (Secondary rotary axes) คือแนวแกน D และ E ซึ่งหมุนอยู่ในแนวแกนที่ขนานกับ A และ B ตามลำดับ



รูปที่ 2.31 เครื่องกัดชนิด 2 หัวกัด(S.C.Jonathan Lin. 1994)

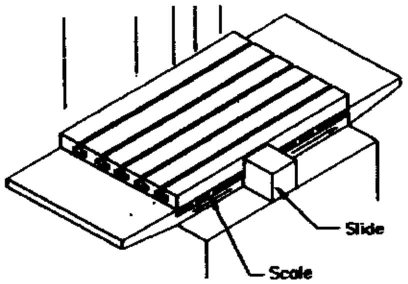
5.แนวแกนที่ 3 เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Tertiary linear axes) คือแนวแกน P ,Q และ R จะเคลื่อนที่ขนานกับ X, Y และ Z ตามลำดับ



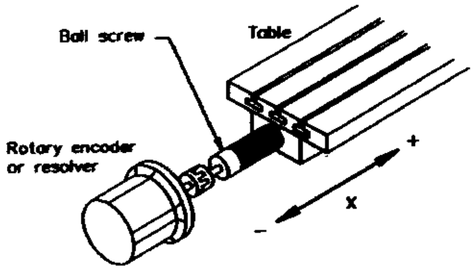
รูปที่ 2.32 เครื่องกลึง CNC แนวตั้ง 6 Axes (S.C.Jonathan Lin. 1994)

2.9 ระบบการวัด (Measuring Systems)

การเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละตำแหน่งของแท่นเลื่อน จะถูกส่งไปยังระบบควบคุม โดยระบบวัดขนาด การวัดตำแหน่งของแท่นเลื่อนสามารถที่จะวัดได้ทั้งโดย (Direct Measurement) และ โดยทางอ้อม (Indirect Measurement)



รูปที่ 2.33 การวัดตำแหน่งโดยตรง



รูปที่ 2.34 การวัดตำแหน่งทางอ้อม

2.9.1การวัดตำแหน่งโดยตรงวิธีนี้จะมีสเกลวัด (Measuring Scale) ยึดติดกับแท่นเลื่อนหรือโต๊ะงานโดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.33 ข้อดีของวิธีแบบนี้ก็คือ ความไม่เที่ยงตรงของสกรูนำเลื่อน (Lead Screw) ระบบขับจะไม่มีผลกระทบต่อค่าที่อ่านได้ อุปกรณ์อ่านค่าวัด (Measuring Valve Resolver) จะอ่านข้อมูลในการวัดจากขีดสเกลวัด (Measuring Scale Grid) และแปลงข้อมูลนี้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งกลับไปยังระบบควบคุม

2.9.2 การวัดตำแหน่งทางอ้อม การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะได้รับกำลังขับมาจากการหมุนของบอลสกรูอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด (Resolver or Encoder) จะบันทึกการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจานสัญญาณ (Pulse Disc) ที่ติดต่ออยู่กับบอลสกรู และส่งต่อไปยังระบบควบคุมของเครื่อง ระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณที่ได้รับนี้ไปคำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจากสัญญาณการหมุน (Rotation Pulses) ของแผ่นจานสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 2.34