บทที่ 2
การวิจัยและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับเครื่องกัด

งานกัดเป็นการปาดผิวโลหะแบบหนึ่งให้เรียบ ให้โค้ง ให้เป็นร่องตามยาว ร่องโค้ง และกัดเกลียว ซึ่งใช้มีดหมุนกัดใบเดียวหรือหลายใบก็ได้ ให้การกัดเซาะนั้นอาศัยการเคลื่อนที่ของแท่นและการหมุน ของมีดโดยที่ชิ้นงานจะถูกยึดติดไว้บนแท่น

เครื่องกัด จำแนกประเภทตามลักษณะของเพลากัด ได้ดังนี้

1. เครื่องกัดเพลานอน เครื่องกัดชนิดนี้ ใช้เพลามีดกัดแนวระนาบซึ่งจับหมุนอยู่ในแบริ่งปลอกหรือแบริ่งลูกกลิ้งที่รับโหลดได้สูง หัวเครื่องจะรับเพลาได้ด้วยรูเรียวในซึ่งใช้สวมแท่นหนามหรือเพลาอาร์เบอร์ที่จะติดตั้งมีด เพลาสวมมีดนั้นเป็นชนิดถอดเข้าออกได้สะดวกก็มี หรือเป็นชนิดหัวจับก็มี
2. เครื่องกัดยืน เครื่องกัดชนิดนี้เพลาเป็นเพลายืน และส่วนมากจะหมุนได้ด้วยโดยมีแบริ่งเหมาะใช้กับเพลามีดกัดยืน (End Milling Cutter) ลักษณะอื่นๆ เหมือนกับเครื่องกัดนอน
3. เครื่องกัดยูนิเวอร์แซล เครื่องกัดชนิดนี้ เป็นเครื่องกัดเอนกประสงค์ ใช้งานได้มากอย่างโต๊ะงานกัดนั้นหมุดได้ ให้เอียงซ้ายหรือขวา ได้ถึง 45 องศา ก็ได้ เมื่อทำให้เอียงได้จะสามารถกัดเกลียวดอกสว่านได้โดยใช้ควบกับชุดหัวแบ่ง
4. เครื่องกัดเครื่องมือยูนิเวออร์แซล เครื่องกัดชนิดนี้พบใช้มากในงานช่างกลประณีต (Fine Machine) ช่างเหล็กแบบ และช่างทำฟอร์มโลหะ คือใช้ทำแบบชิ้นส่วนขนาดเล็กๆ เป็นชิ้นๆ หรือเป็นชุดๆ ลักษณะโครงสร้างของเครื่องเป็นเครื่องเอนกประสงค์จริงๆ ทั้งหมุนได้ เปลี่ยนชิ้นส่วนประกอบทำงานต่างๆ ด้วยลักษณะต่างๆ ได้รวดเร็ว
5. เครื่องกัดพิเศษ

<u>เครื่องกัดหน้าตัด</u> เครื่องกัดชนิดนี้โต๊ะทำงานกัดเป็นตัวแล่นป้อมมีด ส่วนทิศทางแล่นตัวกับทิศทางแล่นกดมีดจะต้องแล่นเข้าหาตัวมีดกัด เครื่องกัดหน้าดัดเป็นเครื่องผลิตปริมาณมากๆ

<u>เครื่องกัดลอกลาย</u> เครื่องกัดชนิดนี้ทำงานได้ทั้งด้วยมือและอัตโนมัติ เหมาะกับงานกัดรูปส่วนที่ไม่เป็นรูปหรือทรงปกติ เช่นเครื่องมือกดขึ้นรูป เครื่องมือดึงมีด เครื่องมือแบบเว้าลึก เครื่องมือเหล่านี้ต้องมีกำหนดต้นแบบเป็นลายหรือเป็นคอนทัวร์(Contour) และใช้ด้านหยั่งวัดคอนทัวร์เป็นตัวสั่งโปรแกรมให้กัดรอยลวดลายต่างๆ ตามต้นแบบ เพลามีดกัดจะกัดลวดลายได้ด้วยแรงจากพลังกล ไฮโดรลิก หรือไฟฟ้า-ไฮโดรลิก อย่างใดอย่างหนึ่ง

ร่วมกับชุดแอมปลิฟายเออร์อิเลคโทรนิคส์ โดยเครื่องกัดลอกลายจำแนกได้เป็นสองประเภท คือกัดสองมิติ และกัดสามมิติ

<u>เครื่องกัดเกลียวสั้นและเกลียวยาว</u> เป็นเครื่องกัดเกลียวโดยเฉพาะ ซึ่งมีขนาดความสามารถกัดฟันเฟืองได้ทั้งประณีตและใช้เวลาสั้น

<u>เครื่องกัดยาว</u> หรือเครื่องกัดที่มีเพลามีดกัดหลายเพลา เหมาะใช้กับชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่นเสื้อ-เครื่องยนต์ ตัวถังเครื่อง และกรอบโครงเครื่องจักร เป็นต้น เครื่องกัดชนิดนี้สามารถทำงานพร้อมๆ กันทีเดียวหลายระนาบ ทั้งทำงานได้เร็ว และประณีตมาก

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องจักร ซีเอ็นซี

2.2.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี

<u>เอ็นซี</u> (NC) ย่อมาจากคำว่า Numerical Control หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยระบบตัวเลข และตัวอักษร ซึ่งคำจำกัดความนี้ได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวคือ การเคลื่อนที่ต่างๆ ตลอดจนการทำงานอื่นๆ ของเครื่องจักรกล จะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ ซึ่งจะถูกแปลงเป็นคลื่นสัญญาณ (Pulse) ของกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณออกอื่นๆ ที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อทำให้เครื่องจักรกลทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

<u>ซีเอ็นซี</u> (CNC) ย่อมาจากคำว่า Computerized Numerical Control ระบบควบคุมเอ็นซีแบบนี้จะมีคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงเพิ่มเข้าไปภายในระบบ ทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในระบบเอ็นซี และประมวลผลข้อมูลเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล

2.2.2 ความแตกต่างระหว่างเครื่องจักรกลเอ็นซีกับเครื่องจักรกลทั่วไป

ความแตกต่างในการใช้เครื่องจักรเอ็นซี เมื่อเปรียบเทียบเครื่องจักรกลที่ใช้ทั่วไปก็คือ การตัดสินใจในการกำหนดขั้นตอนการทำงานต่างๆ จะกระทำเพียงครั้งเดียว กล่าวคือจะกระทำในขั้นตอนการวางแผนและสร้างโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรกลเท่านั้น ต่อจากนั้นโปรแกรมก็จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล สำหรับการผลิตชิ้นงานที่ต้องการ โดยสามารถทำการผลิตซ้ำๆ กันกี่ครั้งก็ได้ตามต้องการ

	รายละเอียด		เครื่องจักรกลทั่วไป	เครื่องจักรกลซีเอ็นซี
1.	การป้อนโปรแกรม	ขั้นเตรียมงาน	ไม่มี	มี
2.	การจับยึดชิ้นงาน		ใช้มือ	ใช้มือ
3.	การจับยึดเครื่องมือตัด		ใช้มือ	มือ หรือชุดควบคุม
4.	การตั้งจุดอ้างอิง		ใช้มือ	ใช้มือ
5.	การตั้งความเร็วรอบ		ใช้มือ	ระบบควบคุม
6.	การเลื่อนแท่นเลื่อน	ขั้นตัดเฉือน	มือหมุน	ระบบควบคุม
7.	การเปรียบเทียบระยะ		สายตา	ระบบควบคุม
8.	การตรวจสอบขนาด		เครื่องมือวัด	ใช้เวลาน้อยกว่า

ตารางที่2.1 ตารางเปรียบเทียบการทำงานระหว่างเครื่องจักรกลทั่วไปกับเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

2.2.3 การทำงานของระบบเอ็นซี

เอ็นซี ประกอบด้วย 3 หน่วยใหญ่ๆ คือ

1. อินพุทมีเดีย (Input Media)
2. อินฟอร์เมชั่นโปรเซสซิ่ง (Information Processing)
3. เซอร์โวลูป (Servo Loop)

เมื่อประกอบเอ็นซีเข้ากับเครื่องมือกลใดๆ เครื่องกลนั้นก็จะทำงานตามคำสั่งของเอ็นซี ซึ่งเริ่มต้นรับข้อมูลคำสั่งจากอินพุทมีเดีย

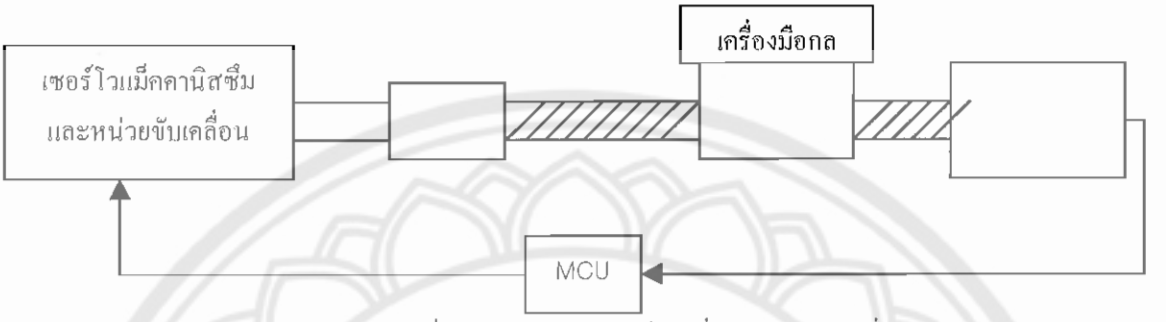
รูปที่2.1 แผนภาพแสดงหน่วยการทำงานของเอ็นซี

อินพุทมีเดีย มีได้หลายระบบ กล่าวคือเป็นเทปเจาะ (Punched Tape), การ์ดเจาะ (Punched Card), เทปแม่เหล็ก(Magnetic Tape), คอมพิวเตอร์(Computer) หรือแม้แต่จะใช้คนก็ได้

อินฟอร์เมชั่นโปรเซสซิ่ง เป็นหน่วยรับข้อมูลจากอินพุทมีเดีย ผ่านเครื่องอ่านเทป (Tape Reader) แล้วผ่านสัญญาณไปให้เซอร์โวลูปทำงาน เครื่องจักรในหน่วยนี้เรียกว่า แมชชีน คอนโทรล ยูนิต (Machine Control Unit หรือ MCU) เครื่องจักรหน่วยนี้นอกจากจะรับสัญญาณจากอินพุทมีเดียแล้ว ยังรับสัญญาณจากหน่วยป้อนกลับ (Feedback Unit) ซึ่งจะคอยตรวจสอบว่าเครื่องจักรทำงานได้ผลงาน (ขนาด) ถูกต้องตามคำสั่งของ MCU หรือไม่

เซอร์โวลูป เป็นเครื่องรับสัญญาณจาก MCU แล้วไปทำให้เครื่องจักรทำงานโดยการหมุนเคลื่อนไปมา เคลื่อนขึ้นลง เคลื่อนไปข้างหน้า หรือถอยหลัง ฯลฯ โดยมีมอเตอร์เป็นเครื่องส่งกำลัง

เมื่อนำหน่วยงานทั้งสามหน่วยมาแยกรายละเอียดก็ได้แผนภาพย่อๆ ดังแสดงในรูปที่2.2 ซึ่งเป็นเอ็นซี สำหรับการเคลื่อน 3 มิติ



รูปที่ 2.2 การทำงานของเอ็นซีเมื่อประกอบกับเครื่องมือ

2.2.4 ความแตกต่างระหว่างระบบเอ็นซีกับระบบซีเอ็นซี

ระบบซีเอ็นซีเป็นระบบที่พัฒนาต่อเนื่องมาจากระบบเอ็นซี ดังนั้น ความแตกต่างระหว่างระบบเอ็นซีกับระบบซีเอ็นซี ก็จะอยู่ที่ความสามารถของระบบควบคุม นั้นคือ คอมพิวเตอร์ เมื่อนำระบบซีเอ็นซีไปควบคุมเครื่องจักรกล ความสามารถในการทำงานต่างๆ จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรกลเอ็นซีดังนี้

1. การแสดงจำลอง (Simulation) การทำงานตามโปรแกรมที่ป้อนเข้าในระบบทางจอภาพ
2. ความจุของหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้น สามารถเก็บข้อมูลโปรแกรมได้มาก
3. การแก้ไขและลบโปรแกรมสามารถกระทำได้ที่เครื่องจักรโดยตรง
4. สามารถส่งข้อมูลไปเก็บไปไว้ในหน่วยความจำภายนอกได้
5. ระบบความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น
6. มีการชดเชยความผิดพลาดที่เกิดจากการวัดและการส่งกำลัง
7. มีโปรแกรมสำเร็จสำหรับการคำนวณค่าต่างๆ เช่น ความเร็วรอบ อัตราป้อน เป็นต้น

2.2.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี

ข้อดีของเครื่องจักรกล CNC เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องจักรกลอัตโนมัติประเภทอื่นๆ พอจะสรุปได้ดังนี้

1. มีความยืดหยุ่นสูง การเปลี่ยนงานใหม่จะแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงเฉพาะโปรแกรมเท่านั้น

2. ความเที่ยงตรง (Accuracy) จะอยู่ระดับเดียวกันตลอดช่วงความเร็วรอบและอัตราป้อนที่ใช้ในการผลิต

3. ใช้เวลาในการผลิต (Production Time) สั้นกว่า

4. สามารถใช้ผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนได้ง่าย

5. การปรับตั้งเครื่องจักรกระทำได้ง่าย ใช้เวลาน้อยกว่าการผลิตด้วยวิธีอื่นๆ

6. หลีกเลี่ยงความจำเป็นที่ต้องใช้ช่างควบคุมที่มีลักษณะและประสบการณ์สูง

7. ช่างควบคุมเครื่องมีเวลาว่างจากการควบคุมเครื่อง สามารถที่จะจัดเตรียมงานอื่นๆ ไว้ล่วงหน้าได้

8. การตรวจสอบคุณภาพไม่จำเป็นต้องกระทำทุกขั้นตอนและทุกชิ้น

ส่วนข้อเสียของเครื่องจักรกล CNC มีดังนี้

1. ราคาของเครื่องจักรค่อนข้างสูง
2. การบำรุงรักษาค่อนข้างซับซ้อน
3. จำเป็นต้องใช้ช่างเขียนโปรแกรม (Part Programmer) ที่มีทักษะสูงและฝึกอบรมมาโดยเฉพาะ
4. การซ่อมบำรุงต้องใช้ช่างที่มีประสบการณ์และผ่านการฝึกอบรมมาโดยเฉพาะ
5. ราคาของเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในกระบวนการตัดเฉือน เช่น แกนเพลายึดใบมีด มีดกลึงแบบใช้อินเสิร์ต (Insert) เป็นต้น จะมีราคาสูง

เครื่องจักรระบบ CNC จะมีส่วนที่เพิ่มเข้ามาจากเครื่องจักรระบบ NC คือชุดแผงควบคุม (Control Panel) ซึ่งประกอบด้วยชุดไมโครคอมพิวเตอร์, คีย์บอร์ด และสวิชต์ต่างๆ ที่ใช้ในการควบคุมเครื่อง จะต้องมีคุณสมบัติหลักดังนี้

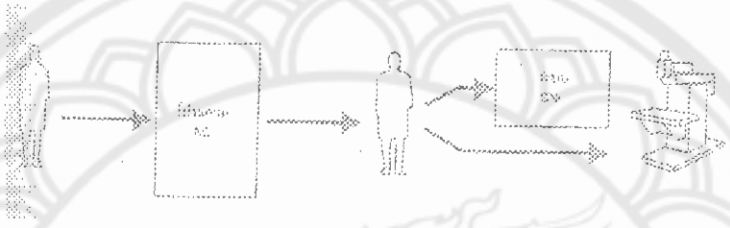
1. ทำหน้าที่ควบคุม Machine Tool ให้ทำงานไปตามคำสั่งของโปรแกรมที่กำหนดอยู่ในคอมพิวเตอร์
2. มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำงานต่างๆ เช่น รายการใบมีด, รายการคุณสมบัติเฉพาะของเนื้อโลหะชนิดต่างๆ เป็นต้น
3. มีจอภาพที่สามารถแสดงข้อมูลของเครื่องสภาพของงานที่กำลังเดินอยู่ อีกทั้งสามารถแสดงรูปชิ้นงานที่ไดกำหนดขึ้น หรือรับจากโปรแกรมภายนอกและสามารถแสดงทางเดินใบมีดบนชิ้นงานได้ด้วย ในผู้ผลิตบางรายอาจจะเป็นจอภาพสีซึ่งสามารถแยกแยะสีต่างๆ สำหรับแทนเส้นสัญลักษณ์ และตัวอักษร/ตัวเลขเฉพาะ

4. สามารถต่อพ่วงกับระบบคอมพิวเตอร์ภายนอกในลักษณะถ่ายทอดคำสั่งโดยตรง (Direct Numerical Control) เพื่อรับคำสั่งของโปรแกรมของชิ้นงานที่ได้จากระบบคอมพิวเตอร์นั้นๆ

2.2.6 ระบบควบคุมเครื่องจักรกลด้วยตัวเลข

เครื่องจักรกลซีเอ็นซี จะประกอบด้วยองค์ประกอบใหญ่ๆ อยู่ 2 ส่วน คือ

1. เครื่องจักรกลเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตัดเฉือนชิ้นงานตามขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้
2. ระบบซีเอ็นซีเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมขั้นตอนการเฉือนทั้งหมด

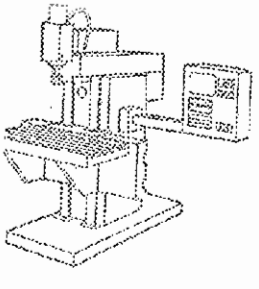


รูปที่ 2.3 องค์ประกอบ ของเครื่องจักรกล CNC

ข้อมูลเดิมที่อธิบายรายละเอียดของขั้นตอนที่ใช้ในการตัดเฉือนชิ้นงานจะถูกป้อนเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องจักรกลก่อน ในรูปแบบของโปรแกรมเอ็นซี ซึ่งถูกจัดเตรียมโดยช่างเขียนโปรแกรม ช่างควบคุมเครื่องจะเป็นผู้ป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุม ซึ่งอาจป้อนด้วยมือผ่านแป้นพิมพ์โดยตรง หรือใช้แถบกระดาษเจาะรู (Punched Tape) ก็ได้หลังจากนั้น ก็จะเดินเครื่องทดลองโปรแกรม และสังเกตสภาวะการตัดเฉือนชิ้นงานในแต่ละขั้นตอน บ่อยครั้งที่ช่างควบคุมเครื่องจะต้องจัดเตรียมโปรแกรม หรือเขียนโปรแกรมด้วยตนเอง หรือแก้ไขปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการตัดเฉือนสูงสุด ดังนั้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่างควบคุมเครื่องจะต้องมีความรู้ทั้งระบบควบคุมของเครื่องจักรกลและการเขียนโปรแกรมเอ็นซีด้วย

2.2.7 องค์ประกอบของเครื่องจักรที่ควบคุมได้

องค์ประกอบหรือชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล ที่ทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าตัดเฉือนชิ้นงาน และองค์ประกอบอื่นๆ ที่ช่วยเสริมการทำงานตัดเฉือนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น จะถูกควบคุมโดยโปรแกรมเอ็นซี ด้วยวิธีการควบคุมแบบต่างๆ กัน



รูปที่ 2.4 เครื่องกัด CNC

ช่างชำนาญงานที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลเอ็นซีหรือซีเอ็นซี จะต้องมีความคุ้นเคยกับหน้าที่การทำงานและขีดจำกัดในการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีนั้นเป็นอย่างดี ช่างจะมีวิธีการทำงานแบบง่ายๆ โดยการจับยึดชิ้นงานเข้ากับโต๊ะงานและคาดว่าจะได้วิธีการตัดเฉือนที่ดีที่สุดไม่ได้ ในทางตรงข้ามช่างจะต้องจัดวางแผนขั้นตอนการทำงานไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดี ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ช่างจะต้องรู้ว่าองค์ประกอบส่วนใดขอเงครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่สามารถควบคุมได้และวิธีการควบคุมอย่างไร องค์ประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีและเอ็นซีที่สามารถควบคุมได้ และจะกล่าวถึงในที่นี้ได้แก่

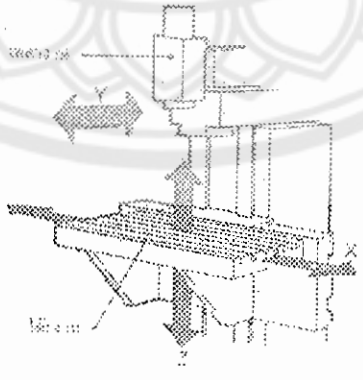
- แนวแกนป้อน (Feed Axes)
- การขับป้อน (Feed Drives)
- อุปกรณ์วัดขนาด (Measuring Devices)
- เพลางาน (Work Spindle)
- อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Workpiece Holding Devices)

1. แนวแกนป้อน (Feed Axes)

ในการกล่าวถึงเครื่องจักรกลซีเอ็นซี บ่อยครั้งที่เราจะได้ยินคำว่า แนวแกน (Axes) ซึ่งหมายถึง แนวการเคลื่อนที่ขององค์ประกอบของเครื่องจักรกล เช่น โต๊ะงานเพลาหัวเครื่อง อุปกรณ์ลำเลียงเครื่องมือ (Tool Carriers)

สำหรับเครื่องจักรกลทั่วไป การเคลื่อนที่ในแนวแกนต่างๆ จะเกิดจากการหมุนมือหมุนหรือโยกคันโยกป้อนอัตโนมัติ (Feed Levers)

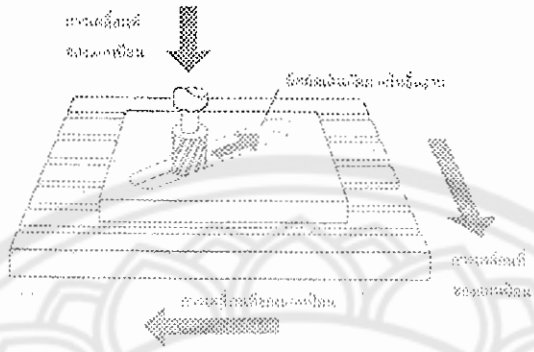
เครื่องจักรกลซีเอ็นซีมีแนวแกนป้อนรวมกันอยู่หลายแนวแกนทำให้สามารถตัดเฉือนชิ้นงานให้เป็นรูปทรงต่างๆ ที่ต้องการได้ การกำหนดแนวแกนต่างๆ ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีจะกำหนดมาตรฐานสากลภายใต้หัวเรื่อง Coordinate Axes and Direction of Movement for Numerically Controlled Machinery ซึ่งจะกำหนดแนวแกนเหล่านี้โดยใช้ตัวอักษร x, y และ z ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 เครื่องกัด ซีเอ็นซี แบบ 3 แกน

2. การขับป้อน (Feed Drives)

การเคลื่อนที่เรียงลำดับกันหรือพร้อมๆ กันอย่างต่อเนื่องของแนวแกนป้อน จะทำให้เกิดการตัดเฉือนของเครื่องมือในชิ้นงาน ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การเคลื่อนที่ตัดเฉือนของเครื่องมือตัด

การขับป้อนจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน ในขณะตัดเฉือนแท่นเลื่อนอาจพาให้ชิ้นงานเคลื่อนที่หรือคมตัดเคลื่อนที่ก็ได้ ระบบขับป้อนโดยทั่วไปจะใช้มอเตอร์กระแสตรงในการหมุนขับและควบคุมการทำงาน ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอก มอเตอร์ชนิดนี้จะสามารถหมุนและเบรคให้หยุดได้ทั้งสองทิศทางขณะตัดเฉือนชิ้นงาน การเคลื่อนที่ป้อนจะต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอและสามารถต้านแรงกระทำจากภายนอกได้ เช่น แรงตัดเฉือน เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ระบบขับป้อนจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีความแข็งแกร่งสูง การเคลื่อนที่คงที่และสม่ำเสมอสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนอัตราป้อนได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ในขณะทำงานคมตัดอาจทื่อหรือการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนถูกกีดขวาง หรือการเร่งอัตราป้อนให้เคลื่อนที่เร็วและหยุดโดยทันทีทันใด สาเหตุเหล่านี้จะทำให้มอเตอร์รับภาระมากเกินไป (Over Loading) ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์เสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องมีการป้องกันอุบัติเหตุเหล่านี้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้คลัตช์แบบลูกกลิ้ง (Over Running Clutch) ร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ปัจจัยหนึ่งที่จะทำให้ระบบขับป้อนสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือ การเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบขับป้อนให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องจักรและการออกแบบวงจรควบคุมการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

2.1 มอเตอร์

เครื่องจักรกลเอ็นซีสมัยใหม่จะออกแบบใช้ระบบขับป้อนแบบเซอร์โว (Servo Drives) ทำให้สามารถปรับอัตราป้อนและความเร็วรอบได้โดยไม่มีขีดจำกัดของขั้นความเร็วและอัตราป้อน มอเตอร์ที่ใช้ในระบบขับป้อนโดยทั่วไปจะมีอยู่ 3 ชนิดด้วยกันคือ

ก.) มอเตอร์กระแสตรง (DC Motors) ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงจะใช้เป็นแม่เหล็กถาวรที่มี 4,6 หรือ 8 ขั้ว ประกอบด้วยระบบเบรค (Brake) แกนมอเตอร์ (Rotor) อุปกรณ์วัดรอบ (Tachogenerator)และอุปกรณ์วัด (Measuring Box)

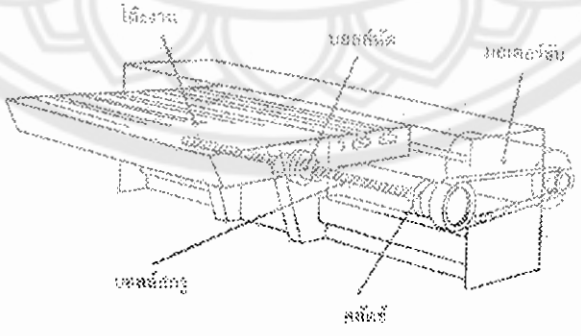
การใช้มอเตอร์กระแสตรง ทำให้สามารถปรับอัตราป้อนได้ละเอียดและมีวงจรควบคุมที่ไม่ซับซ้อน แต่ก็มีข้อเสียตรงที่มอเตอร์ชนิดนี้ต้องใช้แปรงถ่าน ซึ่งจะต้องคอยทำความสะอาดและเปลี่ยนเมื่อแปรงถ่านหมด นอกจากนี้แปรงถ่านยังทำให้แกนมอเตอร์สึกหรออันเป็นผลทำให้กำลังมอเตอร์ลดลง ข้อเสียอีกประการหนึ่งก็คือ หากต้องการกำลังขับสูง มอเตอร์ก็จะมีขนาดใหญ่ด้วย และเมื่อใช้ความเร็วรอบสูงๆ จะทำให้แรงบิดลดลง ดังนั้น จึงมักใช้กับเครื่องจักรกลเอ็นซีขนาดเล็กและขนาดกลาง

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

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

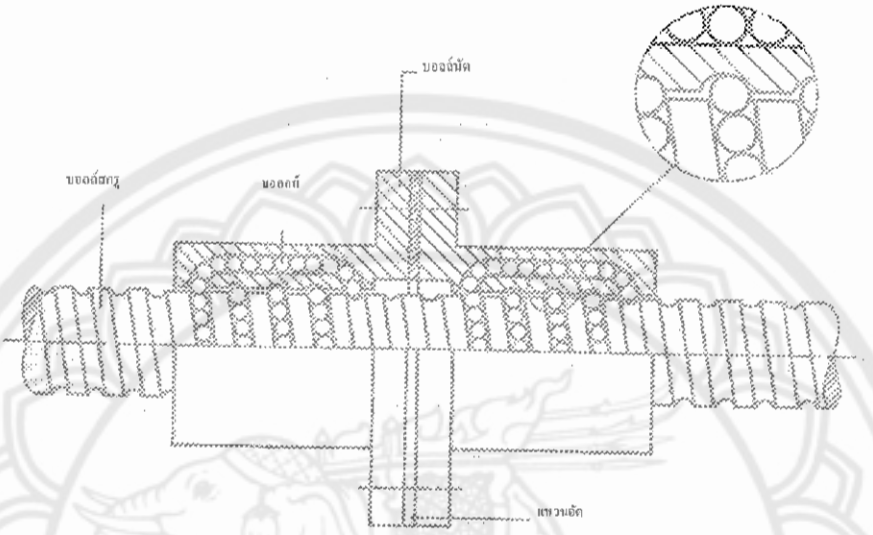
2.2 บอลสกรู (Ball Screws)

หัวใจของระบบขับป้อนของเครื่องจักรซีเอ็นซี ก็คือ การส่งกำลังขับด้วย บอลสกรู ซึ่งจะมีลูกบอลไหลหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา บอลสกรูจะประกอบด้วยสกรูกับน๊อตที่มีลักษณะเป็นเกลียวกลม ร่องเกลียวกลมบนสกรูและในนัตจะชุบแข็งและเจียระไนผิวเรียบมันเพื่อลดความฝืดและเพิ่มความเที่ยงตรงในการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การขับป้อนของโต๊ะงาน

ภายในของตัวนัตจะประกอบไปด้วยชุดของลูกบอลจำนวนมาก ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ทำให้มั่นใจได้ว่าความเสียดทานในการส่งกำลังขับจากสกรูไปยังแท่นเลื่อนจะมีน้อยมาก นัตจะถูกแบ่งออกเป็นสองซีก และขันประกอบยึดเข้าด้วยกัน โดยมีการเตรียมอัดแรงไว้ก่อน (Preloaded) เพื่อทำให้สามารถลดระยะคลอน (Backlash) ให้เหลือน้อยที่สุดจนแทบไม่มีเลย ทำให้การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนมีความเที่ยงตรงสูงสามารถทำงานซ้ำๆ กันได้



รูปที่ 2.8 ลักษณะโครงสร้างภายในของชุดบอลสกรู

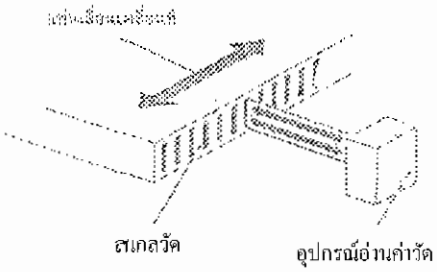
การต่อกำลังระหว่างมอเตอร์กับบอลสกรู จะมีชุดคลัตช์ความฝืดเป็นตัวเชื่อมซึ่งนอกจากจะมีหน้าที่ต่อกำลังขับแล้ว ยังมีหน้าที่ป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากแท่นเลื่อนหรือโต๊ะทำงานชนหรือกระแทกกับสิ่งกีดขวางไม่ให้เครื่องจักรกลซีเอ็นซีเกิดความเสียหายมากเกินไป กล่าวคือเมื่อมีการชนหรือกระแทกกันขึ้นจนแรงมากถึงค่าหนึ่ง ชุดคลัตช์จะตัดระบบการส่งกำลังขับระหว่างมอเตอร์กับบอลสกรูทันที

3. ระบบวัดขนาด (Measuring System)

การเคลื่อนที่ไปที่ตำแหน่งต่างๆ ในแต่ละตำแหน่งของแท่นเลื่อน จะถูกส่งไปยังระบบควบคุมโดยระบบวัดขนาด การวัดตำแหน่งของแท่นเลื่อนสามารถที่จะวัดได้ทั้งโดย (Direct Measurement) และโดยทางอ้อม (Indirect Measurement)

3.1 การวัดตำแหน่งโดยตรง

วิธีนี้จะมีสเกลวัด (Measuring Scale) ยึดติดกับแท่นเลื่อนหรือโต๊ะงานโดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ข้อดีของวิธีแบบนี้ก็คือ ความไม่เที่ยงตรงของสกรูนำเลื่อน (Lead Screw) ระบบขับจะไม่มีผลกระทบต่อค่าที่อ่านได้ อุปกรณ์อ่านค่าวัด (Measuring Valve Resolver) จะอ่านข้อมูลในการวัดจากขีดสเกลวัด (Measuring Scale Grid) และแปลงข้อมูลนี้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งกลับไปยังระบบควบคุม



รูปที่ 2.9 การวัดตำแหน่งโดยตรง

3.2 การวัดตำแหน่งทางอ้อม

การเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะได้รับกำลังขับมาจากการหมุนของบอลสกรูอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด (Resolver) จะบันทึกการเคลื่อนที่หมุนของแผ่นจานสัญญาณ (Pulse Disc) ที่ติดต่ออยู่กับบอลสกรู และส่งต่อไปยังระบบควบคุมของเครื่อง ระบบควบคุมก็จะใช้สัญญาณที่ได้รับนี้ไปคำนวณหาระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจากสัญญาณการหมุน (Rotation Pulses) ของแผ่นจานสัญญาณ ดังแสดงในรูปที่ 2.10

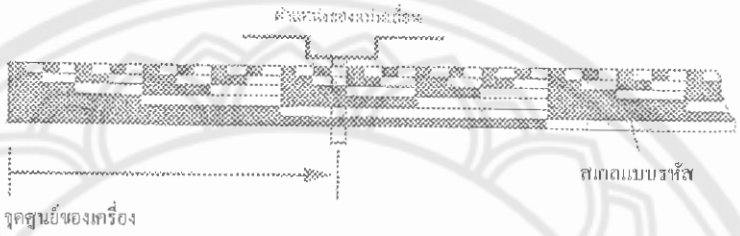
รูปที่ 2.10 การวัดตำแหน่งทางอ้อม

นอกจากการวัดตำแหน่งทางตรงและทางอ้อมแล้ว ในระบบการวัดขนาดของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่ต้องการวัดตำแหน่งมีความเที่ยงตรงตลอดแนวแกนป้อน จะต้องต่อระบบขับป้อนเข้ากับอุปกรณ์วัดที่เหมาะสม อุปกรณ์วัดโดยทั่วไปจะประกอบด้วยสเกล อุปกรณ์อ่านค่าที่สามารถอ่านสเกลได้ สเกลที่ใช้ในอุปกรณ์วัดมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ สเกลวัดแบบรหัส (Coded Measuring Scale) กับสเกลวัดแบบช่อง (Division grid) การใช้สเกลวัดทั้ง 2 ชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับวิธีการวัดตำแหน่ง (Position Measurement) วิธีการวัดตำแหน่งที่นิยมใช้กันทั่วไปมีอยู่ 2 วิธีคือ การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ (Absolute Position Measurement) กับการวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง หรือแบบลูกโซ่ (Incremental or Chain Position Measurement) ซึ่งมีความแตกต่างกันดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.3 การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์

คำว่า สัมบูรณ์ (Absolute) ที่ใช้ร่วมกับการวัดตำแหน่งนี้จะหมายความว่า ค่าตำแหน่งต่างๆ สามารถวัดได้ตลอดเวลาและเป็นอิสระจากสถานะของเครื่องและระบบควบคุม ทั้งนี้เพราะค่าต่างๆ เหล่านี้จะวัดอ้างอิง (Fixed Zero Datum) เสมอ

การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2.11 จะใช้สเกลวัดแบบรหัส (Coded Measuring Scale) ซึ่งจะใช้ชี้ตำแหน่งของแท่นเลื่อนที่ถูกต้อง โดยอ้างอิงจากตำแหน่งจุดศูนย์ของเครื่อง (Machine Zero Point) ซึ่งเป็นตำแหน่งศูนย์ที่มีจุดอ้างอิงที่แน่นอนและถาวรของเครื่องจักรกลเอ็นซี



รูปที่ 2.11 การวัดตำแหน่งแบบสัมบูรณ์

ข้อสำคัญของการใช้วิธีการวัดตำแหน่งแบบนี้คือ ความยาวของช่วงอ่านค่าวัดของสเกลจะต้องยาวกว่าระยะเลื่อนทำงานของแท่นเลื่อน เพื่อให้ระบบควบคุมของเครื่องสามารถอ่านค่าวัดได้ทุกตำแหน่ง สเกลนี้จะใช้รหัสเป็นระบบตัวเลขฐานสอง (Binary System)

3.4 การวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง

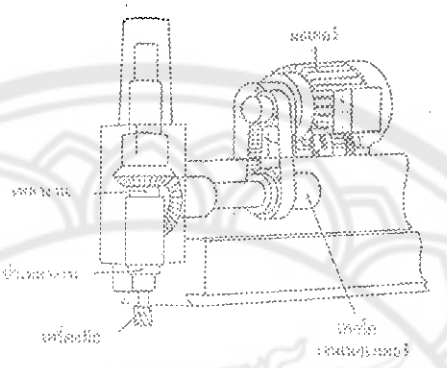
คำว่าต่อเนื่อง (Incremental) แปลว่า ระยะเลื่อนสั้นๆ ตามความยาวที่กำหนด ดังนั้นในการวัดตำแหน่งอาจจะเป็นการเพิ่มหรือลดขนาดความยาวในการเคลื่อนที่ที่วัดอยู่ก็ได้ ในระหว่างการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน ระบบควบคุมจะทำการนับจำนวนส่วนแบ่ง (Divisions) ที่ตำแหน่งใหม่แตกต่างจากตำแหน่งก่อนหน้านี้เสมอ

วิธีการวัดตำแหน่งแบบต่อเนื่อง สเกลวัดจะแบ่งเป็นช่อง (Grid) แบบง่ายๆ โดยที่แต่ละช่องจะมีพื้นที่สว่างกับมืดสลับกันไป เมื่อแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ ช่องนี้ก็จะวิ่งผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนค่าวัด (Resolver) ซึ่งจะทำหน้าที่นับจำนวนช่องพื้นที่สว่างและมืด จากนั้นก็จะส่งเป็นสัญญาณไฟฟ้า ไปยังระบบควบคุมของเครื่อง ระบบควบคุมก็จะนำสัญญาณนี้มาคำนวณหาตำแหน่งสุดท้ายของแท่นเลื่อนที่แตกต่างจากตำแหน่งก่อนหน้านี้ ในทางปฏิบัติที่ต้องการให้วิธีการวัดแบบนี้ทำงานได้อย่างถูกต้อง เมื่อเริ่มเปิดสวิตช์ระบบควบคุมของเครื่อง ควรจะเลื่อนไปยังจุดที่ทราบค่าระยะห่างจากจุดศูนย์ของเครื่อง จุดนี้จะเรียกว่า จุดอ้างอิง (Reference Point) หลังจากที่แทนเลื่อนในแนวแกนต่างๆ เลื่อนไปยังจุดอ้างอิงแล้ว อุปกรณ์อ่านค่าวัดก็จะสามารถทำหน้าที่วัดตำแหน่งด้วยช่องสเกลได้

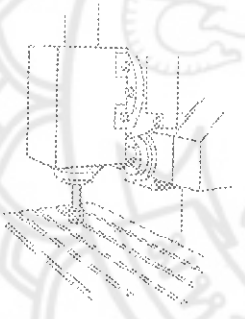
4. เพลางาน (Work Spindle)

เพลางานเป็นชิ้นส่วนหรือองค์ประกอบของเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญมาก มีหน้าที่หลักในการทำงานคือ

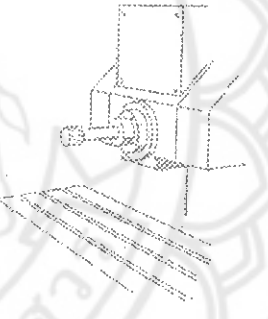
- เพลางานของเครื่องกลึงจะเป็นชิ้นส่วนที่ขับพาให้ชิ้นงานหมุน
- เพลางานของเครื่องกัด และเครื่องเจาะจะทำหน้าที่ขับพาให้เครื่องมือ เช่นมีดกัด ดอกสว่าน หมุนตัดเฉือนชิ้นงาน



รูปที่ 2.12 เพลางานของเครื่องกัด



รูปที่ 2.13 เพลางานตั้ง



รูปที่ 2.14 เพลางานแนวนอน

เครื่องกัดและเครื่องเจาะหรือคว้านเอนกประสงค์ โดยทั่วไปจะมีเพลางาน (Work Spindle) อยู่ 2 แบบ คือ เพลางานในแนวตั้ง (Vertical) และแนวนอน (Horizontal) ซึ่งสามารถเลือกให้งานสลับกันได้

5. อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Workpiece Holding Devices)

อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะจัดเตรียมไว้สำหรับยึดชิ้นงานเข้ากับโต๊ะงาน (งานกัด) หรือยึดชิ้นงานเข้ากับเพลางาน (งานกลึง) ในงานกัดนั้นสามารถเลือกใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานแบบต่างๆ กันได้ดังนี้

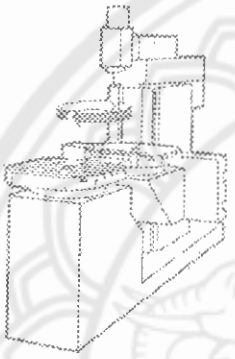
- แขนกดชิ้นงาน
- แองเกิล เพรต (Angle Plate)
- ปากกาจับชิ้นงาน

- แท่นแม่เหล็ก
- อุปกรณ์จับชิ้นงานที่ออกแบบเฉพาะ

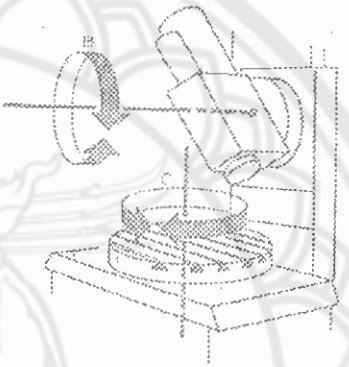
การจัดอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานสำหรับงานกัด ควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่สามารถถอดและใส่ชิ้นงานได้รวดเร็ว และให้ความมั่นใจได้ว่า การบังคับตำแหน่งการจับชิ้นงานซ้ำๆ กันนั้น มีความเที่ยงตรงเสมอ ซึ่งในบางกรณีอาจทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น

6. เครื่องมือ (Tools)

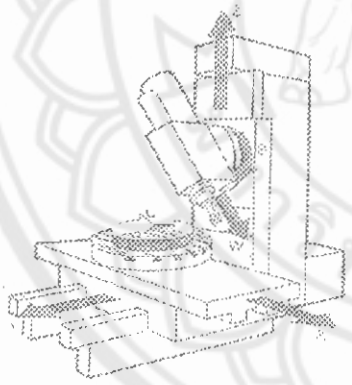
การทำงานของเครื่องจักรกลโดยทั่วไปจะต้องทำงานควบคู่กับเครื่องมือ (Tools) ซึ่งได้แก่มีดกลึง มีดกัด ดอกสว่าน ดอกเจาะนำศูนย์ ดอกรีมเมอร์ เป็นต้น เครื่องมือที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญยิ่งและเป็นการช่วยเสริมการทำงานของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี



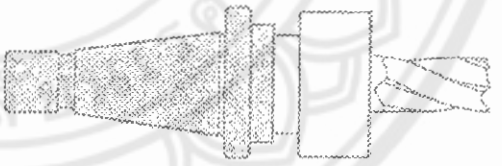
รูปที่ 2.15 เครื่องกัดแบบมีโต๊ะงาน 2 ชุด



รูปที่ 2.16 แนวแกนหมุนของโต๊ะงานและส่วนหัวของเพลางาน



รูปที่ 2.17 แมชชีนนิ่ง เซนเตอร์ แบบ 6 แนวแกน



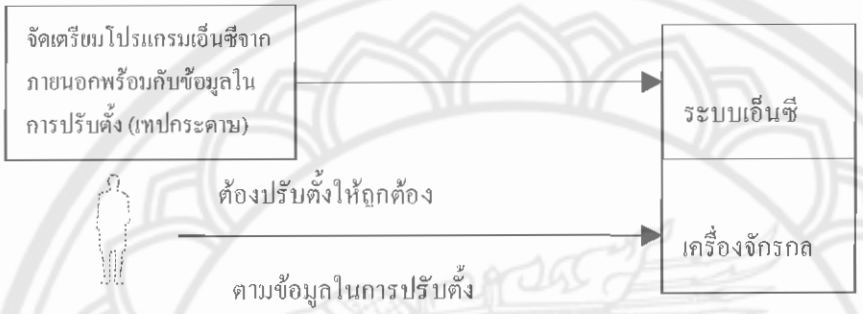
รูปที่ 2.18 อุปกรณ์จับยึดมีดกัด

2.2.7 ระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control System)

ในปัจจุบันระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลสมัยใหม่เกือบทั้งหมดจะควบคุมด้วยระบบซีเอ็นซี แต่เนื่องจากยังคงอ้างอิงถึงโปรแกรมเอ็นซี (NC Program) และเทคโนโลยีเอ็นซี (NC Technology) ดังนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญที่จะต้องรู้ถึงความแตกต่างในการทำงานระหว่างระบบเอ็นซีกับระบบซีเอ็นซี

ระบบเอ็นซี (NC System) ดังแสดงในรูปที่ 2.19 จะมีระบบควบคุมประกอบอยู่กับเครื่องจักรกล ซึ่งจะต้องจัดเตรียมโปรแกรมเอ็นซีจากภายนอกก่อน แล้วจึงป้อนเข้าไปในระบบควบคุม โดยอาศัยสื่อข้อมูล (Data Carriers) เช่นเทปกระดาษ (Punched Tape) เป็นต้น โปรแกรมเอ็นซีที่ป้อนเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องจะถูกนำไปใช้เพื่อสั่งให้เครื่องเริ่มทำงานและหยุดชั่วคราวได้ แต่จะไม่สามารถแก้ไขโดยช่างควบคุมเครื่องได้

ขนาดของเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานจะถูกเลือกใช้ในขณะเขียนโปรแกรมไว้ก่อน และกำหนดไว้ในใบปรับตั้ง (SET-up Sheet) ซึ่งช่างควบคุมเครื่องจะต้องจัดเตรียมและประกอบยึดเครื่องมือ ตลอดจนอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานให้ถูกต้องตามข้อกำหนดที่กำหนดไว้ในใบปรับตั้ง



รูปที่2.19 ระบบเอ็นซี

ระบบซีเอ็นซี (CNC System) จะมีคอมพิวเตอร์ประกอบอยู่ด้วย ดังนั้น ช่างควบคุมไม่เพียงแต่จะสามารถใช้โปรแกรมเอ็นซีสั่งให้เครื่องจักรทำงานได้เท่านั้น แต่จะยังสามารถเขียนและป้อนโปรแกรมด้วยตนเองตลอดจนการแก้ไขโปรแกรมได้หลังจากป้อนเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.20

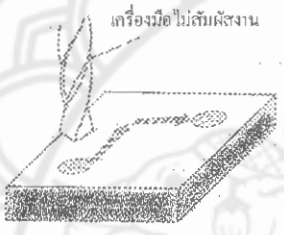
รูปที่2.20 ระบบซีเอ็นซี

ขนาดต่างๆ ของเครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน สามารถที่จะเลือกใช้และป้อนเข้าไปในระบบควบคุมซีเอ็นซีได้ขณะทำการปรับตั้ง (Setting-up) และเป็นอิสระจากตัวโปรแกรมเอ็นซี ขนาดต่างๆ ของเครื่องมือจะถูกนำไปใช้โดยอัตโนมัติในขณะทำการตัดเฉือน ด้วยเหตุนี้ช่างควบคุมเครื่องจึงไม่จำเป็นต้องมีข้อมูลในการปรับตั้งมาก และสามารถที่จะเลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานได้ด้วยตนเอง

1. ชนิดของการควบคุม (Control Modes)

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear Interpolation หรือ Straight-Line Interpolation) การเคลื่อนที่ลักษณะนี้ ระบบซีเอ็นซี จะคำนวณหาตำแหน่งต่างๆ ที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ในแนวเส้นตรงระหว่างตำแหน่งของเครื่องมือ 2 ตำแหน่ง ในขณะที่เครื่องมือเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งนั้น ระบบควบคุมซีเอ็นซีจะตรวจสอบและแก้ไขแนวแกนในการเคลื่อนที่ให้ถูกต้องอยู่ตลอดเวลา ทำให้การเคลื่อนที่ของเครื่องมือไม่ผิดพลาดหรือคลาดเคลื่อนออกจากจุดต่อของเส้นตรงมากกว่าค่าพิกัดความเผื่อของเครื่องที่กำหนดไว้

การเคลื่อนที่ในแนวเส้นโค้ง (Circular Interpolation ระบบควบคุมซีเอ็นซี จะคำนวณหาตำแหน่งของจุดต่างๆ ที่ต่อกันเป็นเส้นโค้งตามขนาดรัศมีที่กำหนดระหว่างตำแหนงของเครื่องมือที่กำหนดไว้ 2 ตำแหน่ง ระบบควบคุมจะอาศัยจุดเหล่านี้ในการตรวจสอบและแก้ไขแนวการเคลื่อนที่ของเครื่องมือที่ถูกต้องและอยู่ภายในพิกัดความเผื่อของเครื่องจักรกลที่กำหนด



รูปที่ 2.21 การควบคุมแบบจุดต่อจุด

รูปที่ 2.22 การควบคุมแบบเชิงเส้น

รูปที่ 2.23 การควบคุมเส้นขอบรูป

ในระบบควบคุมซีเอ็นซี จะแบ่งการควบคุมการเคลื่อนที่ทั้งสองลักษณะตามลักษณะการเคลื่อนที่ป้อนออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. การควบคุมจุดต่อจุด (Point to Point Control)

การควบคุมแบบนี้จะควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือระหว่างจุดสองจุดที่โปรแกรมไว้ในลักษณะการเคลื่อนที่เร็ว (Rapid Traverse) โดยที่เครื่องมือจะต้องไม่สัมผัสกับชิ้นงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.21 แนวแกนในการเคลื่อนขึ้นอยู่กับชนิดของระบบควบคุม กล่าวคือ มอเตอร์ขับของระบบป้อนอาจจะเริ่มทำงานหลายๆ แนวแกนพร้อมกัน หรือทำงานทีละแนวแกน กล่าวคือ มอเตอร์ขับของระบบป้อนอาจจะเริ่มทำงานหลายๆ แนวแกนควบคุมทางเดินของเครื่อง

มือ (Tool Path)ได้ การควบคุมแบบจุดต่อจุด มักจะใช้กับเครื่องเจาะ (Drilling Machine) เครื่องเชื่อมจุด (Spot Welding)

2. การควบคุมการตัดเฉือนแนวเส้นตรง (Straight-cut Controls)

การควบคุมชนิดนี้นอกจากจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือแบบเคลื่อนที่เร็วได้แล้ว ยังสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือในแนวขนานกับแนวแกนของเครื่องจักรกลตามค่าอัตราป้อนที่ต้องการได้อีกด้วย แต่จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ครั้งละ 1 แกนเท่านั้น การเคลื่อนที่ของเครื่องมือจะถูกควบคุมด้วยอัตราป้อนความยาวในการเคลื่อนที่ ดังแสดงในรูปที่ 2.22 ระบบการควบคุมการตัดเฉือนแนวเส้นตรงชนิดนี้จะใช้กับเครื่องกัดและเครื่องกลึงแบบง่ายๆ

3. การควบคุมตามเส้นขอบรูป (Contouring Controls)

การควบคุมแบบนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2.23 จะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ทำงานได้ดังนี้

- ควบคุมเครื่องมือให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการแบบเคลื่อนที่เร็วได้
- ควบคุมเครื่องมือให้เคลื่อนที่ขนานกับแนวแกนไปยังตำแหน่งที่ต้องการตามค่าอัตราป้อนได้
- ควบคุมเครื่องมือให้เคลื่อนที่ให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งใดๆ บนชิ้นงานที่กำหนดในแนวเส้นตรงและเส้นโค้ง ตามค่าอัตราป้อนได้

2. การควบคุมหน้าที่การทำงานของเครื่องจักรกล (Control of Machine Function)

ระบบควบคุมซีเอ็นซีนอกจากจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเครื่องมือตามรูปทรงเรขาคณิตของชิ้นงานแล้ว ยังสามารถควบคุมหน้าที่การทำงานอื่นๆ ที่ช่วยเสริมการทำงานตัดเฉือนของเครื่องจักรกลให้เหมาะสมกับสภาวะการทำงานในขณะนั้นได้อีกด้วย จำนวนหน้าที่การทำงานและวิธีการควบคุมจะไม่ขึ้นอยู่กับตัวเครื่องจักรกลเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับชนิดระบบควบคุมอีกด้วย

ตัวอย่างหน้าที่การทำงานต่างๆ ที่จำเป็นจะต้องโปรแกรมเพื่อช่วยในการทำงาน มีดังนี้

- การเริ่มหมุนของเพลางาน ทิศทางการหมุนและการเปลี่ยนความเร็วรอบ
- การกำหนดตำแหน่งของเพลางาน
- การเปิดสารหล่อเย็น และความดันของสารหล่อเย็น
- การรักษาอัตราป้อนให้คงที่
- การเปลี่ยนตำแหน่งของเครื่องมือ
- การรักษาความเร็วตัดให้คงที่
- การเริ่มทำงาน หรือควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ช่วยงานอื่นๆ เช่น อุปกรณ์เปลี่ยนชิ้นงาน ได้แก่ โต๊ะเปลี่ยนงาน (Pallet Shuttle) เป็นต้น

- ชุดยันศูนย์ท้ายแท่น (Tail-Stock)
- อุปกรณ์ใส่และถอดชิ้นงาน (Loader and Unloader)
- แท่นประคองศูนย์ (Steady Rest)
- อุปกรณ์ลำเลียงเศษ (Chip Conveyor)
- Sorter

2.2.8 องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี (CNC Control System Components)

ระบบซีเอ็นซีจะประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ มากมาย ถ้าเราพิจารณาถึงสิ่งที่เราต้องการให้ระบบสามารถทำได้ เราสามารถแสดงให้องค์ประกอบของระบบซีเอ็นซีด้วยไดอะแกรมง่ายๆ ดังนี้

รูปที่2.24 องค์ประกอบของระบบควบคุมซีเอ็นซี

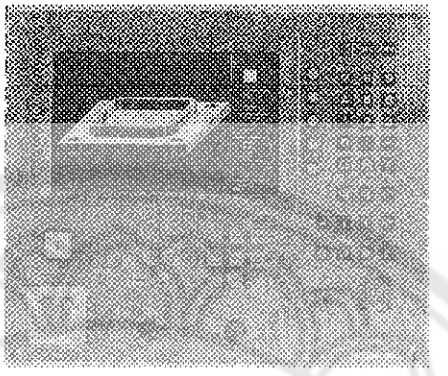
หัวใจของระบบซีเอ็นซีก็คือ คอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ในการคำนวณทั้งหมดและเชื่อมโยงข้อมูลต่างๆ เข้าด้วยกันอย่างมีเหตุผล เนื่องจากระบบซีเอ็นซีเป็นองค์ประกอบที่เชื่อมโยงระหว่างช่างควบคุมเครื่องจักรกลกับเครื่องจักรกล จึงจำเป็นต้องมีชุดอินเตอร์เฟส (Inter-Face) อยู่ 2 ชุด ด้วยกัน คือ

- ชุดอินเตอร์เฟสสำหรับช่างควบคุมเครื่อง ซึ่งประกอบด้วยแผงควบคุม (Control Panel) และข้อต่อ (Connections) ต่างๆ สำหรับเครื่องอ่านเทปกระดาษ (Magnetic Tape Unit) หน่วยดิสเก็ต (Diskette Unit) และเครื่องพิมพ์ (Printer)
- ชุดอินเตอร์เฟสสำหรับเครื่องจักรกล องค์ประกอบหลักของชุดอินเตอร์เฟสนี้จะประกอบด้วยอินเตอร์เฟสการควบคุม (Control Interface) การควบคุมแนวแกน (Axis Control) และหน่วยจ่ายกำลัง (Power Supply)

รายละเอียดของหมวดการทำงานและวิธีทำงานของคอมพิวเตอร์ ตลอดจนชุดอินเตอร์เฟสทั้งสอง มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. แผงควบคุม (Control Panel)

แผงควบคุมของเครื่องจักรกลซีเอ็นซีโดยทั่วไปจะมีลักษณะการออกแบบที่แตกต่างกันในส่วนที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการวางตำแหน่งของปุ่มควบคุมต่างๆ จำนวนของปุ่มควบคุม เป็นต้น แต่ก็จะมีองค์ประกอบที่ควบคุมการทำงานกว้างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.25 แผงควบคุมซีเอ็นซี

1.1 จอภาพ (Displays) หรือส่วนแสดงข้อมูล ในส่วนนี้จะประกอบด้วย จอภาพซีอาร์ที (CRT Screen; Cathode Ray Tube = CRT) หรือส่วนแสดงข้อมูลแบบดิจิตอล (Digital Displays) และสัญญาณไฟอื่นๆ เช่น สัญญาณไฟแสดงไฟแสดงข้อผิดพลาด เป็นต้น

1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (Control for Operating Machine) ในส่วนนี้จะถูกเตรียมสำหรับการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลด้วยมือ (Manual Control) ซึ่งจะมีปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนในแนวแกนต่างๆ มือหมุนเลื่อนแท่นเลื่อนเช่นเดียวกับเครื่องจักรกลทั่วไป ปุ่มสวิตช์เปิด/ปิดสารหล่อเย็น ปุ่มปรับความเร็วรอบ/อัตราป้อน เป็นต้น

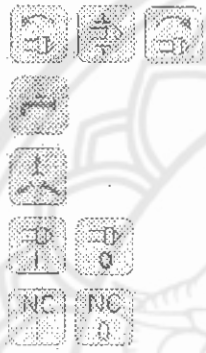
1.3 ส่วนควบคุมการโปรแกรม (Control for Programming) ในส่วนนี้จะใช้สำหรับการป้อน แก้ไข และเก็บบันทึกโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ ส่วนควบคุมการโปรแกรมจะประกอบด้วย แป้นพิมพ์ (keyboard) ที่มีตัวอักษรและตัวเลขสำหรับพิมพ์คำสั่งต่างๆ

1.4 สวิตช์เลือกหมวดการทำงาน (Mode Selector Switch) เนื่องจากหน้าที่การทำงานต่างๆ ของระบบควบคุมซีเอ็นซีมีหลายลักษณะงาน ดังนั้น เพื่อให้ระบบควบคุมสามารถแบ่งแยกการทำงานได้สะดวก จึงแบ่งการทำงานของระบบออกเป็นหมวดการทำงาน (Operating Mode) เช่น หมวดการทำโปรแกรม หมวดการป้อนข้อมูล หมวดเครื่องมือ หมวดการทำงานด้วยมือ หมวดการทำงานอัตโนมัติ เป็นต้น การเลือกหมวดการทำงานจะใช้สวิตช์หมุน (Rotary Switch) หรือแถวของปุ่มควบคุม (Row of Buttons) บนแผง

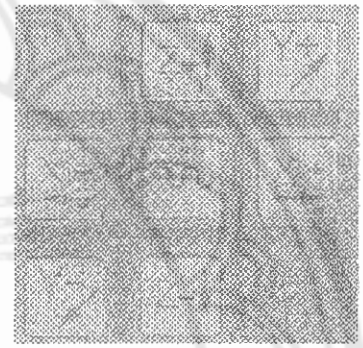
ควบคุม วิธีนี้ทำให้สามารถเปลี่ยนการทำงานจากหมวดหนึ่งไปอีกหมวดหนึ่งได้ง่าย ในขณะใช้งานบนจอภาพ หรือส่วนแสดงข้อมูลแบบดิจิตอล จะแสดงหมวดการทำงานที่ใช้อยู่ ซึ่งอาจเป็นสัญญาณไฟ ตำแหน่งสวิตช์หรือตัวอักษรกับตัวเลขก็ได้

2.การใช้ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล

ส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลโดยตรง ส่วนควบคุมแบบง่ายๆ ได้แก่ สวิตช์ปิด-เปิดต่างๆ เช่น สวิตช์ปิด-เปิดสารหล่อเย็น สวิดช์ปิด-เปิดเพลางาน เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2.26

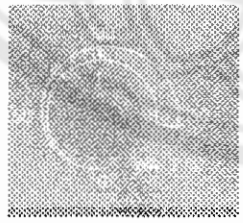


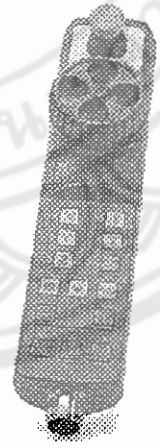
รูปที่ 2.26 สวิตช์ ปิด-เปิด



รูปที่ 2.27 ปุ่มเลื่อนแท่นเลื่อน

นอกจากนี้ยังมีปุ่มควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนในแนวแกนต่างๆ สำหรับใช้ในการตั้งตำแหน่งของชิ้นงานและเครื่องมือ ซึ่งอาจทำเป็นปุ่มเลื่อนป้อน (Feed Buttons) หรือคันโยกป้อน (Feed Joystick) หรือมือหมุนอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Handwheel)





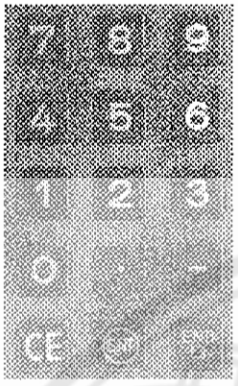
รูปที่ 2.28 สวิตช์ปรับอัตราป้อน รูปที่ 2.29 มือหมุนอิเล็กทรอนิกส์

3. การใช้ส่วนควบคุมสำหรับการโปรแกรม

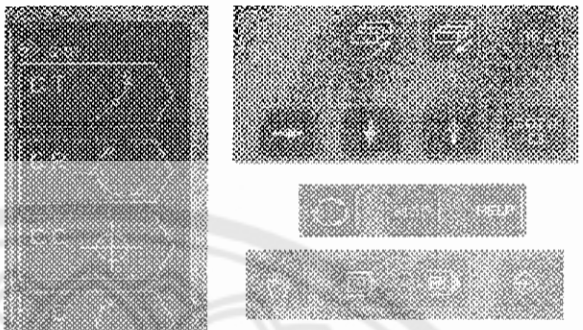
ในส่วนควบคุมสำหรับการใช้โปรแกรม จะแยกความแตกต่างระหว่างแป้นพิมพ์ข้อมูลเช่น คำสั่ง โปรแกรม ข้อมูลการปรับตั้ง เป็นต้น กับแป้นพิมพ์ที่นำเข้าสู่การทำงานของคอมพิวเตอร์ ในการป้อนข้อมูล (Data input) โดยปกติจะใช้แป้นพิมพ์ตัวอักษรกับตัวเลขแบบง่ายๆ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร
470006

ดังแสดงในรูปที่ 2.30 ซึ่งสามารถป้อนคำสั่ง โปรแกรมได้ทีละตัวอักษร นอกจากนี้ในระบบควบคุมบางแบบจะมีชุดของแป้นพิมพ์ คำสั่งที่ใช้บ่อยๆ ในโปรแกรมเอ็นซี ทำให้ประหยัดเวลาในการป้อนข้อมูลลง ดังแสดงในรูปที่ 2.31 แป้นพิมพ์คำสั่งนี้อาจจะแสดงด้วยรหัสคำสั่งนั้นโดยตรง เช่น G00 , G01 เป็นต้น หรือแสดงด้วยสัญลักษณ์การเคลื่อนที่ก็ได้



รูปที่ 2.30 แป้นพิมพ์ตัวอักษรและตัวเลข



รูปที่ 2.31 แป้นพิมพ์คำสั่ง

แป้นพิมพ์คำสั่งที่แสดงในรูปที่ 2.31 จะใช้สำหรับการป้อนข้อมูล การเก็บข้อมูล การแก้ไขข้อมูล การแสดงรายละเอียดข้อมูล ประมวลผลโปรแกรม ตลอดจนการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ภายนอก แป้นพิมพ์เหล่านี้อาจจะแสดงด้วยคำสั่งต่างๆ หรือสัญลักษณ์

2.3ประวัติและการใช้ PC

2.3.1.ประวัติและความเป็นมาของ PC

PC หรือ Programmable Controller เริ่มได้รับการพัฒนาขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2511 โดย Hydramatic Division ของบริษัท General Motors Corporation เพื่อใช้ทดแทนระบบควบคุมแบบเก่าที่ใช้รีเลย์ ซึ่งติดตั้ง ดังแปลงและแก้ไขลำบาก มาเป็นระบบควบคุมแบบใหม่ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แทนรีเลย์ และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกันกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ กำหนดเงื่อนไขการควบคุมแทนการเดินสายเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบเก่าเพื่อเพิ่มความสะดวก

ระยะแรก PC ถูกใช้แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF เท่านั้น หลังจากนั้นเนื่องจาก PC มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่า รีเลย์ ทำให้มีผู้นำ PC มาใช้ในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้น

1. การพัฒนา PC ในช่วงปี พ.ศ. 2513 ถึง พ.ศ. 2517 มีผู้นำไมโครโปรเซสเซอร์ (micro-processer) มาใช้ใน PC ทำให้ PC เริ่มมีความสามารถเพิ่มมากขึ้น เช่น ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรมและใช้งานสะดวกขึ้น PC สามารถทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เคลื่อนย้ายข้อมูลและติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ ได้

จอภาพหรือ CRT (Cathode Ray Tube) ทำให้ผู้ใช้สามารถป้อนโปรแกรม PC โดยใช้สัญลักษณ์ที่มีลักษณะคล้ายวงจรรีเลย์ที่คุ้นเคยแทนการเขียนโปรแกรมแบบเก่าที่คล้ายภาษาแอสเซมบลี (assembly) ซึ่งยุ่งยากและทำความเข้าใจลำบาก

การคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ PC ทำให้ PC มีความสามารถและขอบเขตการใช้งานกว้างขึ้น นอกจากใช้ควบคุมเครื่องจักรที่มีการควบคุมแบบ ON/OFF แล้ว PC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ควบคุมที่มีค่าเป็นตัวเลขหรือสัญญาณอนาลอก (analog signal) ทำให้การตรวจสอบและควบคุมเครื่องจักรดีขึ้น

ประมาณปี พ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ. 2522 มีผู้นำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทั้งด้านฮาร์ดแวร์ (hardware) และซอฟต์แวร์ (software) มาใช้กับ PC ทำให้ PC มีขีดความสามารถเพิ่มขึ้น เช่น มีหน่วยความจำ (memory) เพิ่มขึ้น อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต (remote input/output) การควบคุมแบบอนาลอก (analog control) การควบคุมตำแหน่ง (position control) พร้อมทั้งระบบการติดต่อระหว่าง PC กับผู้ใช้ก็ได้ถูกพัฒนาให้ดีขึ้น

หน่วยความจำที่มีขนาดเล็กลงและต้องการพลังงานน้อย ทำให้ PC มีหน่วยความจำเพิ่มมากขึ้นสามารถเก็บโปรแกรมได้มากขึ้น มีระบบการทำงานที่ซับซ้อนและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ระบบควบคุมขนาดใหญ่ที่มีอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก ค่าใช้จ่ายในการเดินสายระหว่างอินพุต เอาต์พุต และ PC จะสูงมาก โดยเฉพาะเมื่อเครื่องจักรอยู่ไกลจาก PC มาก อินพุต/เอาต์พุทแบบรีโมทจะลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย เนื่องจากสายที่ใช้ติดต่อระหว่าง PC กับหน่วยรีโมทจะมีเพียง 2 สาย และใช้วิธีมัลติเพล็กซ์ (multiplex) เพื่อติดต่อกับอินพุต/เอาต์พุทจำนวนมาก

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอะนาลอก ทำให้ PC สามารถควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมได้ ทั้งแบบ ON/OFF และแบบอะนาลอก เช่น กระบวนการผลิตแบบแบตช์ในอุตสาหกรรมเคมี (chemical batch process) ประเภทต่างๆ

การควบคุมตำแหน่งทำให้ PC ควบคุมการผลิตชิ้นส่วนโลหะต่างๆ ได้ เช่น การควบคุมเครื่องกลึง เครื่องไส โดยการรับและนับจำนวนสัญญาณพัลส์ (pulse) ทำให้ทราบตำแหน่งของเครื่องจักรและส่งสัญญาณควบคุมลักษณะเดียวกันเพื่อควบคุมมอเตอร์แบบสเตป (stepping motor)

อุปกรณ์ติดต่อระหว่างผู้ใช้และ PC ได้ถูกสร้างขึ้นมาใหม่ เช่น จอภาพ และเครื่องพิมพ์ ทำให้การป้อนโปรแกรมและการนับจัดพิมพ์รายงานต่างๆ ง่ายขึ้น นอกจากนี้ในปี พ.ศ. 2522 ระบบสื่อสารที่มีประสิทธิภาพและความเร็วสูงได้ถูกพัฒนาขึ้น ทำให้ PCสามารถติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ได้

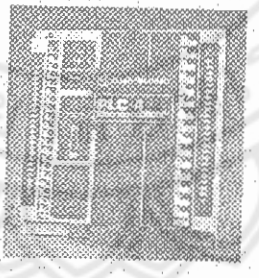
ความก้าวหน้าทางด้านซอฟต์แวร์ทำให้ PC สามารถโปรแกรมโดยใช้คำสั่งภาษาอังกฤษซึ่งมีลักษณะคล้ายภาษาพูดเช่นเดียวกับภาษาระดับสูง (high level language) ของคอมพิวเตอร์ ผลจากการพัฒนาดังกล่าว ทำให้ PC ขนาดใหญ่ที่มีอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก มีการควบคุมแบบอนาลอก

และการควบคุมตำแหน่งรวมอยู่จนสามารถทำงานทดแทนมินิคอมพิวเตอร์ในงานควบคุมได้เกือบทั้งหมด

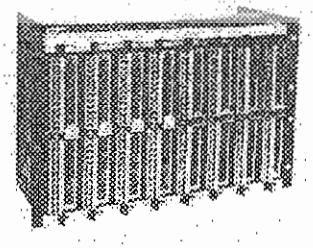
2. PC ในปัจจุบัน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 เป็นต้นมา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครโปรเซสเซอร์ทำให้โฉมหน้าของ PC เปลี่ยนแปลงไปทั้งทางด้านซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ดังนี้

การพัฒนาด้านฮาร์ดแวร์

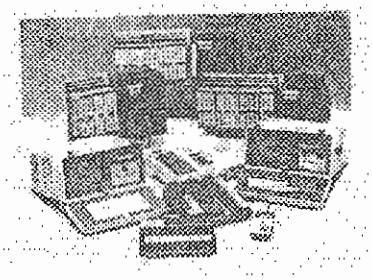
1. PC มีความเร็วสูงขึ้นโดยใช้บิตสไลซ์ไมโครโปรเซสเซอร์ (bit slice microprocessor)
2. PC ขนาดเล็กราคาถูก หรือ PLC (Programmable Logic Controller) ที่ใช้แทนวงจรรีเลย์ในการควบคุมแบบ ON/OFF โดยเฉพาะได้ถูกสร้างขึ้น
3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ที่มีความหนาแน่นสูงถูกสร้างขึ้น ทำให้ PC ที่มีอินพุต/เอาต์พุตจำนวนมาก มีขนาดเล็กและราคาถูกลง
4. หน่วยอินพุต/เอาต์พุตที่มีการตัดสินใจ (intelligent I/O) เช่นหน่วย PID (Proportional Integral and Derivative control) หน่วยสื่อสารแบบ ASDII (ASCII communication) ได้ถูกสร้างขึ้น ทำให้ขอบเขตการใช้งานของ PC ขยายตัวเพิ่มมากขึ้น
5. หน่วยเชื่อมต่อพิเศษ (special interface) ถูกสร้างขึ้นเพื่อรับค่าตัวแปรต่างๆ จากภายนอกเช่น เทอร์โมคัปเปิล (thermocoupler) และสเตรนเกจ (strain gauge)
6. หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแยกเป็นอิสระจาก PC ทำให้สามารถเลือกใช้และขยายจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตแต่ละชนิดได้ตามต้องการ
7. อุปกรณ์ร่วม (peripheral device) ต่างๆ ของ PC มีเพิ่มมากขึ้น และมีประสิทธิภาพดีขึ้น



(ก) PC ขนาดเล็ก หรือ PLC ประกอบด้วยหน่วยอินพุต/เอาต์พุต 32 จุด



(ข) หน่วยความจำขนาด 640 ลำดับคำสั่งหน่วยอินพุท/เอาต์พุทที่มีความหนาแน่นสูง จำนวน 128 จุด มีขนาดเพียง 19x24 นิ้ว



(ค)PC ประกอบด้วย CPU หน่วย อินพุต/เอาต์พุต หน่วยป้อนโปรแกรม และอุปกรณ์ร่วมต่างๆ

รูปที่2.32 แสดงภาพ PC ขนาดต่างๆ

ในปัจจุบัน PC ถูกสร้างขึ้นเป็นชุด ตั้งแต่ PLC ขนาดเล็ก ราคาถูก ใช้ในงานควบคุมง่ายๆ จนถึง PC ขนาดใหญ่ที่ใช้ในงานควบคุมที่ซับซ้อน พร้อมอุปกรณ์ร่วมต่างๆ เช่น PC ของบริษัท Texas Instruments ตระกูล 500 ในรูปที่ 2.3 ประกอบด้วย PLC ขนาดเล็ก มีขนาดอินพุต/เอาต์พุต 10 จุด จนถึง PC ขนาดใหญ่ที่สามารถขยายจำนวนของอินพุต/เอาต์พุตได้ถึง 8000จุด PC ทุกขนาดในตระกูลนี้จะใช้อุปกรณ์ร่วมต่างๆ เช่น หน่วยป้อนโปรแกรมและเครื่องพิมพ์ร่วมกัน

การพัฒนาด้านซอฟแวร์

1. ภาษาระดับสูง เช่น ภาษาเบสิกและภาษาปาสคาลถูกนำมาใช้เขียนโปรแกรมของ PC เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการเขียนโปรแกรม
2. คำสั่งบล็อก (block instruction) ถูกใช้ร่วมกับคำสั่งแลดเดอร์ (ladder diagram instruction) เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเขียนโปรแกรม
3. PC มีโปรแกรมตรวจสอบการทำงานของหน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU (Central Processing Unit) หน่วยอินพุต/เอาต์พุต ตลอดจนอุปกรณ์ร่วมต่างๆ ทำให้การบำรุงรักษาง่ายขึ้น
4. การคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์ ทั้งเลขจำนวนเต็ม เลขจริง และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น ฟังก์ชันทางสถิติ ตรีโกณมิติ ทำให้ PC ใช้ในงานควบคุมขนาดใหญ่ที่มีการควบคุมที่ซับซ้อนหรือต้องการเก็บรวบรวมและประมวลข้อมูลได้
5. การเคลื่อนย้ายเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลของ PC ทำพร้อมกันทั้งชุดในเวลาเดียวกัน จะช่วยให้การทำงานของ PC เร็วขึ้น

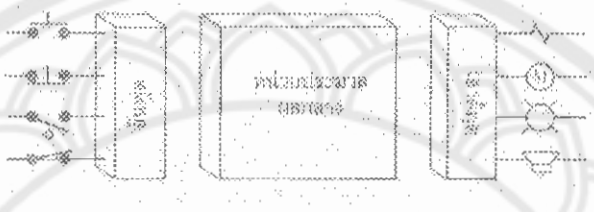
ในปัจจุบัน PC เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถใช้ในงานควบคุมทุกประเภท สามารถติดต่อกับ PC หรือระบบควบคุมอื่นๆ พร้อมทั้งจัดทำรายงาน แผนการผลิต มีระบบตรวจสอบจุดบกพร่องของตัวเอง ทำให้ PC ถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในโรงงานอุตสาหกรรมทุกสาขา เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้ดียิ่งขึ้น

ในอนาคต PC จะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นจากการพัฒนาทั้งทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ PC ต่างระบบสามารถติดต่อและทำงานร่วมกันโดยใช้ระบบสื่อสารที่มีความเร็วสูง CPU และหน่วยความจำจะมีความเร็วสูงขึ้น การโปรแกรมจะใช้ภาษาระดับสูงที่คล้ายภาษาพูดมากขึ้น ต่อไป PCจะ

เป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบควบคุม โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น หุ่นยนต์ (robot) ระบบควบคุมเชิงเลข (numerical control) ระบบ CAD/CAM/CAE และระบบบริหารข้อมูล (management information system) เพื่อทำให้กระบวนการผลิตต่างๆ ทุกจุดมีประสิทธิภาพดีขึ้นในแต่ละขั้นตอน

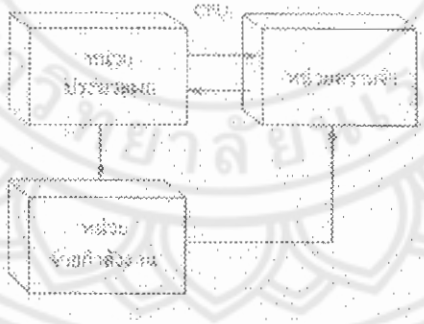
2.3.2หลักการทำงานของ PC

PC เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต โดยใช้โปรแกรมในหน่วยความจำกำหนดเงื่อนไขการควบคุมผ่านทางหน่วยอินพุต/เอาต์พุต PC ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ดังแสดงในรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 โครงสร้างของ PC

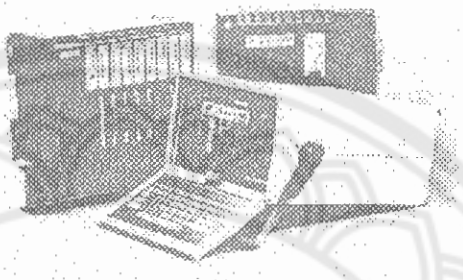
รูปที่ 2.34 แสดงรายละเอียดของ CPU ซึ่งประกอบด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยจ่ายกำลังงาน (power supply) CPU เป็นส่วนประกอบสำคัญของ PC ทำหน้าที่ตัดสินใจและควบคุมการทำงานทั้งหมดของ PC โดยการรับค่าสภาวะต่างๆของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตผ่านทางหน่วยอินพุต ประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้ส่งไปควบคุมเครื่องจักรทางหน่วยเอาต์พุต การทำงานของ PC ทั้งหมดนี้เรียกว่า การสแกน (scanning) หน่วยจ่ายกำลังมีหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้ CPU และหน่วยความจำทำงานตามปกติ



รูปที่ 2.34 โครงสร้างของ CPU

หน่วยอินพุต/เอาต์พุตทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PC กับเครื่องจักร กระบวนการผลิต หรืออุปกรณ์ภายนอก หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับค่าสัญญาณอินพุตในรูปแบบต่างๆ จากภายนอก เช่น สวิตช์ต่างๆ หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (sensor) ที่วัดค่าสัญญาณอนาลอก แล้วปรับระดับของสัญญาณให้เหมาะสมกับ PC หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่ส่งสัญญาณเอาต์พุตออกไปควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ภายนอกต่างๆ เช่น หลอดไฟฟ้า กระดิ่ง มอเตอร์ไฟฟ้า และวาล์วควบคุม (control valve)

นอกจาก PC จะประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือ CPU หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแล้ว ยังประกอบด้วยหน่วยป้อนโปรแกรม (programming unit) ซึ่งทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PC กับผู้ใช้ รับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเก็บไว้ในหน่วยความจำ ปกติหน่วยป้อนโปรแกรมจะต่อเชื่อมกับ PC เมื่อผู้ใช้ต้องการป้อน ตรวจสอบ หรือแก้ไขโปรแกรมเท่านั้น และ PC เองก็สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งหน่วยป้อนโปรแกรม หน่วยป้อนโปรแกรมจึงไม่ได้ถูกจัดเป็นส่วนประกอบของ PC รูปที่ 2.35 แสดงส่วนประกอบทั้งหมดของ PC



รูปที่ 2.35 ส่วนประกอบของ PC ประกอบด้วย CPU หน่วยอินพุต/เอาต์พุต และหน่วยป้อนโปรแกรม

2.3.3การใช้ PC ในกระบวนการผลิต

การใช้ PC ในกระบวนการผลิตประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. การใช้ PC ทดแทนวงจรรีเลย์ ปัจจุบัน PC มีราคาถูกลง และการทำงานมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรรีเลย์ การผลิตมีประสิทธิภาพดีขึ้นถ้าใช้ PC ควบคุมแทนวงจรรีเลย์ แต่ในบางกรณีการนำ PC เข้าทดแทนระบบเดิมที่มีอยู่อาจไม่คุ้มค่าเมื่อพิจารณาในแง่การลงทุน การใช้ PC จะเกิดประโยชน์เต็มที่เมื่อมีความต้องการต่อไปนี้

1.) ระบบควบคุมที่แก้ไขดัดแปลงได้ง่าย
2.) ความน่าเชื่อถือสูง
3.) เนื้อที่จำกัด
4.) ขยายจำนวนหน่วยอินพุต/เอาต์พุตในอนาคต
5.) เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิต
6.) เปลี่ยนแปลงลักษณะและเงื่อนไขการควบคุมบ่อยครั้ง และต้องการประหยัดช่วงเวลาในการแก้ไขแต่ละครั้ง
7.) การควบคุมลักษณะคล้ายกันถูกใช้กับเครื่องจักรหลายเครื่องพร้อมกัน
8.) ระบบควบคุมมีการขยายตัวในอนาคต
9.) จัดหาและฝึกอบรมบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลรักษา PC ได้

ระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็กและไม่มีการขยายในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์จะมีราคาต่ำกว่า PC แต่สำหรับงานควบคุมขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน ควรใช้ PC เพราะมีประสิทธิภาพการลงทุนสูงกว่าระบบรีเลย์เมื่อคำนึงถึงประโยชน์อื่นๆ ด้วย เช่น ติดตั้งง่าย การทำงานมีความเร็วและความน่าเชื่อถือสูง ระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ PC ซ่อมแซม

และบำรุงรักษาง่าย รูปที่ 2.36 เปรียบเทียบขนาดและลักษณะการติดตั้งระหว่างวงจรรีเลย์กับ PC

รูปที่ 2.36 แผงวงจรควบคุมของระบบรีเลย์ (ก) เมื่อเปรียบเทียบกับ PC (ข)

3.2คอมพิวเตอร์และ PC PC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะงานประเภทหนึ่ง โครงสร้างของ PC จึงเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป แต่ถูกออกแบบขึ้นใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะ ความแตกต่างระหว่าง PC กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือ

1. PC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่นอุณหภูมิที่สูงและต่ำมากๆ ความชื้นสูง ระบบไฟฟ้าที่มีการรบกวนไม่สม่ำเสมอ การสั่นสะเทือนและการกระแทกอย่างรุนแรงบ่อยครั้ง
2. การโปรแกรมและใช้งาน PC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป PC มีระบบการตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงติดตั้งจนถึงช่วงใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
3. PC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้พร้อมกันหลายโปรแกรม แต่ PC จะสามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้เพียงโปรแกรมเดียว

3.การใช้ PC ในวงการอุตสาหกรรม PC ถูกใช้ควบคุมในกระบวนการผลิตทุกชนิดทั้งการควบคุมแบบ ON/OFF และอนาลอก เช่น อุตสาหกรรมถลุงโลหะและแปรรูปโลหะ อุตสาหกรรมกระดาษ การผลิตอาหารสำเร็จรูป การทำปฏิกิริยาเคมีและปิโตเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์และโรงจักรไฟฟ้า ตารางที่ 2.2 แสดงการใช้ PC ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี	อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์
กระบวนการแบบแบตช์	การประหยัดพลังงาน
การป้อนวัตถุดิบ	ควบคุมเครื่องจักร
การควบคุมปริมาณ	การประกอบชิ้นส่วนรถยนต์
การผสมวัตถุดิบ	การพ่นและชุบสี
การขนถ่ายผลิตภัณฑ์	การตรวจสอบคุณภาพ
การกำจัดน้ำเสีย	
ระบบท่อส่งก๊าซและน้ำมัน	
การสำรวจ และขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ	
อุตสาหกรรมทำกระดาษ	อุตสาหกรรมเหมืองแร่
การย่อยเยื่อไม้	การขนถ่ายแร่ดิบ
การทำเยื่อกระดาษ	การแยกแร่
การแปรรูปไม้	การกำจัดน้ำเสีย

ตารางที่ 2.2 การใช้ PC ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

2.3.4 การแบ่งขนาดของ PC

ระยะแรก PC มีเพียง 2 ขนาดคือ PC ขนาดเล็กหรือ PLC ที่ใช้แทนวงจรรีเลย์มีขนาดของหน่วยอินพุต / เอาต์พุตจำกัด ราคาถูก และ PC ขนาดใหญ่มีหน่วยอินพุต / เอาต์พุตจำนวนมาก ราคาแพงทำให้ระยะนั้นอุตสาหกรรมบางประเภทไม่สามารถจัดหา PC ที่เหมาะสมกับขนาดของงานที่มีอยู่เนื่องจาก PC ขนาดเล็กมีขีดจำกัดมากเกินไป แต่การใช้ PC ขนาดใหญ่ก็สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น

ปัจจุบัน PC มีหลายขนาด บริษัทผู้ผลิตทุกแห่งพยายามผลิตให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภททำให้ PC แต่ละรุ่นมีข้อดีแตกต่างกัน เป็นการยากที่จะตัดสินใจเลือก PC ให้เหมาะสมกับงานที่มีอยู่ในปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของหน่วยอินพุต/เอาต์พุตและหน่วยความจำไม่เพียงพอที่จะใช้ในการตัดสินใจเลือก PC ปัจจุบัน PC แบ่งเป็น 4 ขนาด ตามขนาดของหน่วยอินพุต/เอาต์พุต คือ

PC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 128 จุด

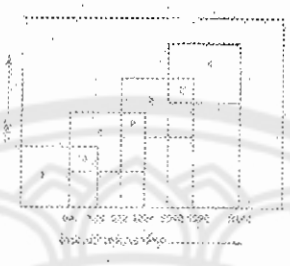
PC ขนาดกลาง จำนวนหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 1024 จุด

PC ขนาดใหญ่ จำนวนหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ไม่เกิน 4096 จุด

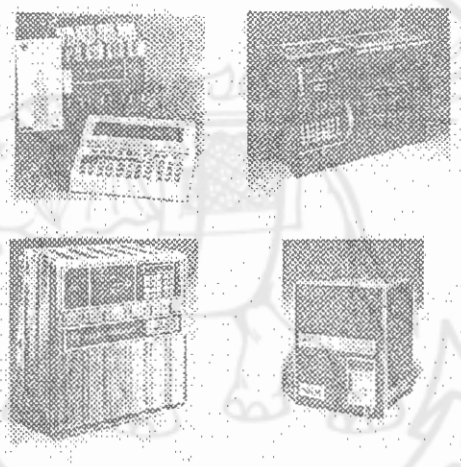
PC ขนาดใหญ่มาก จำนวนหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ประมาณ 8192 จุด

รูปที่ 2.37 แสดงการแบ่งขนาดของ PC ทั้ง 4 ขนาด ตามจำนวนหน่วยอินพุต/เอาต์พุต พื้นที่หลัก 1, 2, 3 และ 4 หมายถึงขนาดของ PC ที่เหมาะสมกับงานตามขนาดของหน่วยอินพุต/

เอาต์พุตที่ต้องการ และพื้นที่กลุ่ม A, B และ C หมายถึงช่วงต่อของขนาดของ PC ซึ่งขนาดของหน่วยอินพุต/เอาต์พุตไม่ใช่ปัจจัยหลักในการเลือก PC อีกต่อไป แต่การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับข้อดีและความสามารถพิเศษอื่น ๆ ของ PC แต่ละรุ่น นอกจากนี้ในปัจจุบันยังมีผู้ผลิตบางรายผลิต PC ขนาดเล็กที่มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตเพียง 32 จุด เรียกว่าไมโครพีซี (Micro-PC) เพื่อลดขนาดและราคาของ PC ให้ต่ำลงจนสามารถใช้แทนวงจรรีเลย์ขนาดเล็กได้



รูปที่ 2.37 การแบ่งขนาด PC



รูปที่ 2.38 PC ขนาดต่างๆ

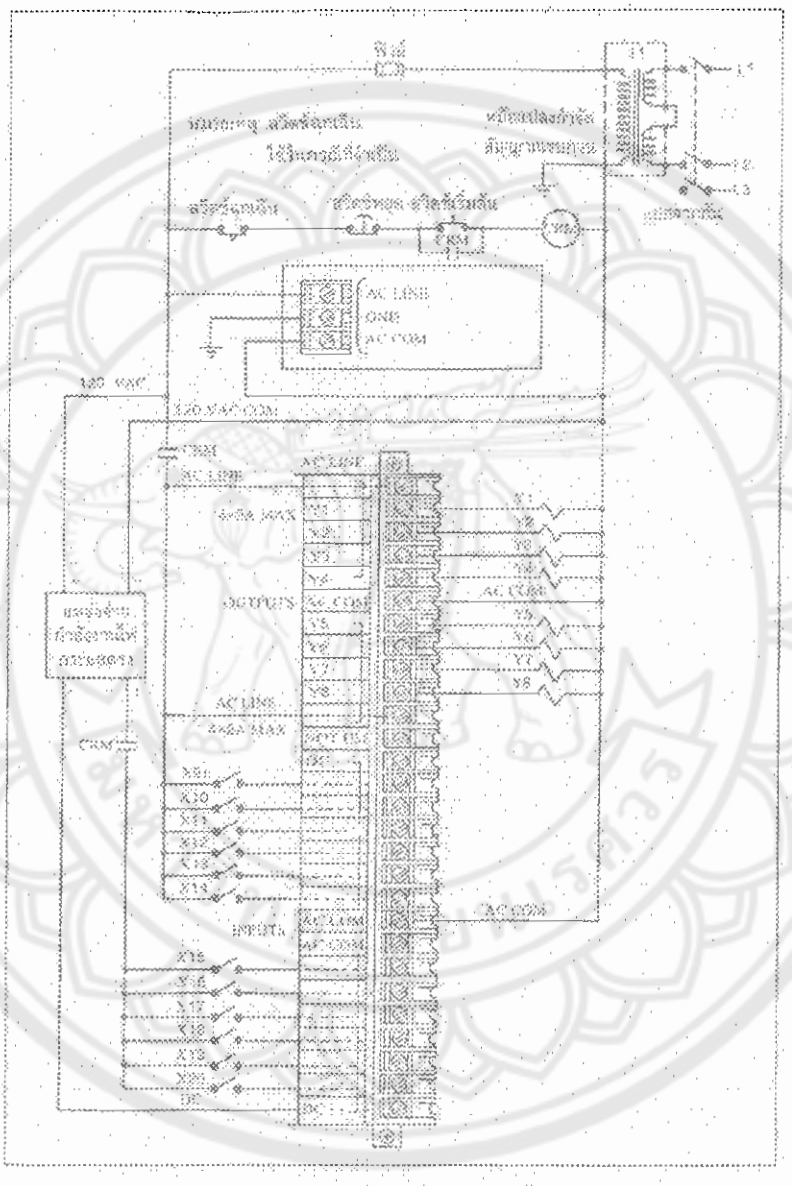
2.3.5 ข้อดีของ PC

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ PC แบ่งเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ เรียกว่า โมดูล (Module) ทำงานร่วมกัน แต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตนเอง แต่สามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีหน้าที่เดียวกันแทนกันได้ เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ ทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือขยายขอบเขตการใช้งานของ PC ทำได้ง่ายทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เช่น เปลี่ยนแปลงขนาดและชนิดของอินพุต/เอาต์พุต และหน่วยความจำ

1. PC ทำให้การควบคุมมีความคล่องตัวสูงขึ้น ระบบควบคุมที่ใช้ PC ทำงานด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PC เปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขและลักษณะการควบคุมได้ง่าย มีความคล่องตัวในการควบคุมสูง เพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้หน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม รูปที่ 2.39 แสดงลักษณะการติดตั้ง PC ซึ่งเพียงแต่เดิน

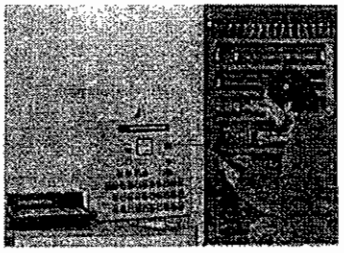
สายเชื่อมต่อระหว่าง PC กับอุปกรณ์ภายนอกที่หน่วยอินพุต/เอาต์พุตและป้อนโปรแกรมควบคุมให้หน่วยความจำ

ปัจจุบัน PC มีระดับการตัดสินใจสูง นอกจากจะควบคุมอุปกรณ์ภายนอกให้ทำงานตามต้องการแล้ว PC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมอื่น ๆ เช่น สามารถติดต่อโต้ตอบ แสดงสภาพการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพ และรับเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้



รูปที่ 2.39 แสดงวงจรการเชื่อมต่อระหว่าง PC กับอุปกรณ์ภายนอก

2. การติดตั้ง PC ทำได้ง่าย PC ทั่วไปถูกออกแบบขึ้นให้ติดตั้งง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PC ทดแทนระบบรีเลย์จะสามารถติดตั้ง PC เข้ากับแผงควบคุมเดิมและเดินสายเชื่อมระหว่างหน่วยอินพุต/เอาต์พุตของ PC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมที่มีอยู่ได้โดยง่าย รูปที่ 2.40 แสดงแผงควบคุมที่ใช้ PC



รูปที่ 2.40 การติดตั้งและป้อนโปรแกรม

การติดตั้งระบบควบคุมขนาดใหญ่ หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต ซึ่งติดตั้งในบริเวณกระบวนการผลิตต้องการสายเพียงคู่เดียวเชื่อมต่อระหว่าง CPU และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งเวลา แรงงาน และการเดินสาย

PC บำรุงรักษาง่าย PC ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูล มีการตรวจสอบสภาพการทำงานของตนเอง ค้นหาจุดบกพร่องหรือจุดเสียได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงแต่สับเปลี่ยนโมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PC สามารถตรวจสอบสภาวะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกทุกขั้นตอนการทำงานของ PC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมทำได้ง่าย

ลักษณะของ PC	ข้อดีของ PC
-อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	-ความน่าเชื่อถือสูง
-ควบคุมด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำ	-แก้ไขง่าย มีความคล่องตัว
ขนาดเล็ก	-ต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งน้อย
-ไมโครโปรเซสเซอร์	-ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย
-หน่วงเวลา และนับจำนวนด้วยซอฟต์แวร์	-ประสิทธิภาพการทำงานสูง
-ระบบประกอบด้วยโมดูล	-การผลิตที่ได้มาตรฐานสูง
	-สามารถทำงานควบคุมที่ซับซ้อน
	-หลีกเลี่ยงจากฮาร์ดแวร์ที่ยุ่งยาก
	-เปลี่ยนแปลงแก้ไขง่าย
	-ติดตั้งง่าย
	-คล่องตัวในการใช้งาน
	-ขยายระบบได้ง่าย
	-บำรุงรักษาง่าย
-อินพุต/เอาต์พุตหลายชนิด	-ขอบเขตการควบคุมกว้าง
	-ป้องกันการผูกขาดจากผู้ผลิต
-อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต	-ลดการเดินสาย
-ระบบตรวจสอบตัวเอง	-ลดการบำรุงรักษา

ตารางที่ 2.3 ลักษณะข้อดีของ PC