ชุดการสอน
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน
Basic NC Progaram

รหัสวิชา 20102-2009

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน

หน่วยที่ 1 หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

กฤษณพล เรืองไพศาล

ชุดการสอนเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ชุดการสอน
วิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน
Basic NC Progaram

รหัสวิชา 20102-2009

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน

สอนครั้งที่ 1 หน่วยที่ 1

หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

กฤษณพล เรืองไพศาล

ชุดการสอนเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

แผนการจัดการเรียนรู้

ชื่อวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน (Basic NC Program) รหัสวิชา 20102-2009 สอนครั้งที่ 1 (4 ชั่วโมง)
หน่วยที่ 1 หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี จำนวน 12 ชั่วโมง

****

หัวข้อเรื่อง

1.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี
1.2 หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี
1.3 องค์ประกอบของเครื่องซีเอ็นซี
1.4 เครื่องซีเอ็นซีประเภทต่าง ๆ
1.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซี

สาระสำคัญ

เอ็นซี (NC) หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร ซีเอ็นซี (CNC) ซึ่งย่อมาจาก Computer Numerical Control คือ คอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับใช้ควบคุมการทำงานโดยแยกตามประเภทของเครื่อง ได้เป็น เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Turning Machine) และเครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling Machine) เป็นต้น

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. รู้และเข้าใจในความหมายของซีเอ็นซี
2. รู้และเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี
3. บอกองค์ประกอบและชนิดข้อดีข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของซีเอ็นซีได้
2. บอกหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีได้
3. บอกองค์ประกอบของเครื่องซีเอ็นซีได้
4. บอกชนิดของเครื่องซีเอ็นซีได้
5. บอกข้อดีและข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซีได้

กิจกรรมการเรียนการสอน

1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
2. ผู้สอนนำเข้าสู่บทเรียนโดยอธิบายถึงความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องซีเอ็นซี พัฒนาการของเครื่องซีเอ็นซี หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี แล้วตั้งคำถาม

2.1) นักเรียนรู้จักเครื่องซีเอ็นซีหรือไม่

2.2) เครื่องซีเอ็นซีมีลักษณะที่แตกต่างจากเครื่องกลึงและเครื่องกัดอย่างไร

2.3) นักเรียนร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็น

3. ขั้นให้ข้อมูลและการสอน

ผู้สอนให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจในเนื้อหาเรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี จากเอกสารประกอบการเรียน ผู้สอนอธิบายประกอบเนื้อหา โดยใช้สื่อการสอนประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาสาระของการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหาดังต่อไปนี้

3.1) ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี

3.2) หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี

3.3) องค์ประกอบของเครื่องซีเอ็นซี

3.4) เครื่องซีเอ็นซีประเภทต่าง ๆ

3.5) ข้อดีและข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซี

3.6) ผู้สอนอธิบายสรุปเนื้อหาเรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

4. ขั้นประกอบกิจกรรม

นักเรียนฝึกปฏิบัติทำแบบฝึกหัดเรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี และให้นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 3 คน ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทคโนโลยีซีเอ็นซีจากเว็บไซต์และจากเอกสารประกอบการเรียนเพื่อจัดทำรายงานเสนอเป็นรูปเล่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตามใบงานที่ 1 จากนั้นผู้สอนและนักเรียนร่วมกันเฉลย ตรวจคำตอบเพื่อประเมินผลการเรียน

5. ทำแบบทดสอบหลังเรียน

6. ขั้นสรุป

ผู้สอนถามนักเรียนว่านักเรียนรู้จักหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซีแล้วหรือยัง โดยให้นักเรียนช่วยบอกความหมายของซีเอ็นซีว่าคืออะไร และถามนักเรียนว่าเครื่องซีเอ็นซีมีข้อดีและข้อเสียอย่างไร มีความแตกต่างจากเครื่องจักรกลทั่วไปอย่างไร เพื่อร่วมกันสรุปเนื้อหาและทดสอบความรู้ของนักเรียนโดยการถามตอบ และปลูกฝังให้นักเรียนมีกิจนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ หน่วยที่ 1 เรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี
2. สื่อประกอบการสอน Power Point หน่วยที่ 1 เรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี
3. แบบฝึกหัด
4. ใบงาน
5. แบบทดสอบ

การวัดผลประเมินผล

1. คะแนนจากการอภิปรายและการมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน
2. คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด เรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี
3. คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี
4. คะแนนจากแบบประเมินผลการปฏิบัติงานตามใบงาน
5. คะแนนจากแบบสังเกตพฤติกรรมระหว่างการเรียนและการปฏิบัติงาน
6. คะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แหล่งการเรียนรู้เพิ่มเติม

1. ห้องสมุด
2. สถานประกอบการ
3. ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ต

กิจกรรมเสนอแนะ

1. นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมหรือทบทวนเนื้อหาจาก เว็บไซต์ที่ห้องสมุดศูนย์วิทยบริการในเวลาว่าง

คำแนะนำสำหรับนักเรียน

1. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 60 ข้อ ให้เวลา 60 นาที
2. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที
3. ให้นักเรียนศึกษาใบความรู้เรื่อง หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี
4. ให้นักเรียนปฏิบัติตามใบงาน
5. ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที

หน่วยที่ 1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

หัวเรื่อง (Topics)

1.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี
1.2 หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี
1.3 องค์ประกอบของเครื่องซีเอ็นซี
1.4 ประเภทของเครื่องซีเอ็นซี
1.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซี

แนวคิดสำคัญ (Main Idea)

หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซีเป็นเครื่องจักรที่ถูกควบคุมการทำงานด้วยอนุกรมของรหัสควบคุมเครื่อง รหัสประกอบไปด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่น ๆ รหัสเหล่านี้จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อให้ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องให้ทำงานในลักษณะการเคลื่อนที่ และการปรับเปลี่ยนอัตราความเร็วในการเคลื่อนที่ รวมถึงการทำงานอื่น ๆ ด้วย และการควบคุมเครื่องเรียกว่า เครื่องซีเอ็นซี (Computerized Numerical Control)

สมรรถนะย่อย (Element of Competency)

แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

1. อธิบายความหมายของซีเอ็นซีได้
2. บอกหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีได้
3. บอกองค์ประกอบของเครื่องซีเอ็นซีได้
4. บอกชนิดของเครื่องซีเอ็นซีได้
5. บอกข้อดีและข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซีได้

แบบทดสอบก่อนเรียนที่ 1.1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

****

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที

1. ข้อใดคือความหมายของซีเอ็นซี (CNC)

ก. C ย่อมาจาก Computer หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

ข. N ย่อมาจาก Numerical หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรหรือโค้ด A – Z

ค. C ย่อมาจาก Control หมายถึง การควบคุมโดยกำหนดค่าหรือตำแหน่งจริงที่ต้องการให้เครื่องทำงาน

ง. ถูกทุกข้อ

2. พัฒนาการของเครื่องซีเอ็นซีถูกนำมาผลิตชิ้นส่วนใดเป็นครั้งแรก

ก. เครื่องบิน ข. รถถัง ค. เรือกล ง. หุ่นยนต์

3. ข้อใดอธิบายหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีได้ถูกต้อง

ก. ระบบควบคุมจะได้รับคำสั่งเป็นภาษาที่เป็นระบบควบคุมว่าจะให้เครื่องทำอะไร

ข. เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ถูกป้อนเข้าไปแล้วก็จะถูกควบคุมให้เครื่องจักรทำงาน

ค. เครื่องจักรจะทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ป้อนเพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้

ง. ถูกทุกข้อ

4. ข้อใดไม่ใช่ระบบควบคุมการทำงานหลักของเครื่องซีเอ็นซี

ก. ระบบควบคุมการเปิด ปิด ข. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่

ค. ระบบควบคุมคำสั่งการทำงาน ง. ระบบควบคุมความเร็ว

5. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบหลักของเครื่องซีเอ็นซี

ก. ชุดควบคุมการทำงาน ข. ชุดการเปลี่ยนเครื่องมือ

ค. ระบบกลไกการเคลื่อนที่ ง. ตัวเครื่อง

6. ส่วนประกอบใดที่ไม่ใช่ส่วนประกอบหลักของเครื่องซีเอ็นซี

ก. บอลสกรู ข. แท่นเครื่อง

ค. โต๊ะวางชิ้นงาน ง. มอเตอร์สปินเดิล

7. องค์ประกอบหลักของเครื่องซีเอ็นซีประกอบด้วยกี่ส่วน

ก. 2 ส่วน ข. 3 ส่วน ค. 4 ส่วน ง. 5 ส่วน

8. เครื่องซีเอ็นซีประเภทใดที่มีลักษณะการทำงานแบบ 2 มิติ

ก. เครื่องกัด ข. เครื่องอีดีเอ็ม ค. เครื่องตัดโลหะง. เครื่องกลึง

9. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะส่วนประกอบตัวเครื่องของเครื่องซีเอ็นซี

ก. มอเตอร์ขับแกน ข. ระบบการวัดระยะการเคลื่อนที่

ค. ปุ่มเปิดและปิดของเครื่อง ง. ลีดสกรูที่ใช้ในการเคลื่อนที่

10. ข้อใดคือข้อดีของเครื่องซีเอ็นซี

ก. มีความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงาน ข. มีราคาแพง

ค. ไม่เหมาะสมกับกับการผลิตงานจำนวนน้อย ง. ค่าซ่อมแซมสูง

เนื้อหาสาระ (Content)

1.1 ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี

1.1.1 พัฒนาการของเครื่องซีเอ็นซี

เครื่องซีเอ็นซีมีพัฒนาการมานานมากกว่า 60 ปี หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 สิ้นสุดลงประเทศในแถบยุโรป อเมริกา หรือแถบเอเชีย เช่นสหรัฐอเมริกา เยอรมนี จีน และญี่ปุ่นได้หันมาพัฒนาอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจภายในประเทศให้มีความเจริญยิ่งขึ้น ในปี ค.ศ. 1948 สถาบัน MIT (Massachusetts Institute of Technology) ได้เริ่มทำโครงการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ขึ้น เพื่อที่จะนำไปใช้ในการผลิตชิ้นส่วนเครื่องบินตามหลักการทางพลศาสตร์ที่มีความซับซ้อนจากการค้นคว้าวิจัยดังกล่าวจึงมีการสร้างและผลิตเครื่องจักรกลที่ควบคุมด้วยระบบตัวเลขขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมโลหะ ดังนั้นพัฒนาการของเครื่องซีเอ็นซีจึงเริ่มจากเครื่องเอ็นซี ขึ้นมาก่อน

1.1.2 ความหมายของเอ็นซี

N ย่อมาจาก Numerical (นิวเมอร์ริเคิล) หมายถึง ตัวเลขตั้งแต่เลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรหรือโค้ด เช่น A, B, C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องหมาย +, – และ %

C ย่อมาจาก Control (คอลโทรล) หมายถึง ระบบการควบคุมโดยกำหนดค่าหรือตำแหน่งจริงที่ต้องการเพื่อให้เครื่องซีเอ็นซีทำงานให้ได้ค่าตามที่กำหนด

ดังนั้น เอ็นซี หมายถึง การควบคุมการเคลื่อนที่และการทำงานของเครื่องจักรกลด้วยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร ซึ่งคำจำกัดความนี้ได้จากประเทศสหรัฐอเมริกา กล่าวคือการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ตลอดจนการทำงานอื่น ๆ ของเครื่องจะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่น ๆ ซึ่งจะถูกแปลงเป็นคลื่นสัญญาณของกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณอื่น ๆ ที่ใช้ในการควบคุมมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อกระตุ้นหรือควบคุมมอเตอร์ให้เกิดการหมุนขับเคลื่อนของแกนต่างๆ ทำให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

1.1.3 ความหมายของซีเอ็นซี

C ย่อมาจาก Computer (คอมพิวเตอร์) หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

N ย่อมาจาก Numerical (นิวเมอร์ริเคิล) หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรหรือโค้ด เช่น A, B, C ถึง Z และสัญลักษณ์อื่น ๆ เช่น เครื่องหมาย +, – และ %

C ย่อมาจาก Control (คอลโทรล) หมายถึง ระบบการควบคุมโดยกำหนดค่าหรือตำแหน่งจริงที่ต้องการเพื่อให้เครื่องทำงานให้ได้ค่าตามที่กำหนด ดังนั้น ซีเอ็นซี ซึ่งย่อมาจาก Computer Numerical Control คือ คอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ สำหรับใช้ควบคุมการทำงาน

ดังนั้น ซีเอ็นซี ย่อมาจาก Computer Numerical Control หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์ มาใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยอาศัยรหัสตัวเลข รหัสตัวอักษร และรหัสสัญลักษณ์ต่างๆ เพื่อนำไป

ควบคุมเครื่องจักรให้เกิดการเคลื่อนที่ตามทิศทางที่กำหนด โดยรหัสดังกล่าวจะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งไปยังมอเตอร์ เพื่อกระตุ้นหรือควบคุมมอเตอร์ให้เกิดการขับเคลื่อนของแกนต่างๆ ของเครื่องจักร

1.2 หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี

หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีจะคล้ายคลึงกับเครื่องจักรทั่ว ๆ ไป คือ พื้นฐานเบื้องต้นของ การทำงานของเครื่องซีเอ็นซีจะทำการผลิตชิ้นงานเหมือนกับเครื่องทั่วไป แต่จะแตกต่างกันที่การควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีจะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ แทนที่จะใช้ช่างควบคุมเครื่อง ซึ่งการควบคุมเครื่องจักรแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ การควบคุมการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ และการควบคุมความเร็วของการเคลื่อนที่

1.2.1 หลักการทำงานของเครื่องจักรกลทั่วไป

เครื่องจักรทั่วไป เช่น กลึงซีเอ็นซีและเครื่องกลึงธรรมดาทั่วไปจะมีองค์ประกอบพื้นฐานเดียวกัน เช่นมอเตอร์หลัก เพลาหมุน โครงของเครื่องจักร ชุดหัวเครื่อง แท่นเลื่อนแนวขวาง แท่นเลื่อนแนวข้าง ชุดป้อมมีด แต่เครื่องกลึงซีเอ็นซีมีอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาคือ คอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานและเซอร์โวมอเตอร์ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวแกน เครื่องจักรทั่วไปจะต้องใช้ช่างควบคุมเครื่องในการหมุนเลื่อนโต๊ะงาน เพื่อเลื่อนคมตัดหรือชิ้นงานให้เคลื่อนที่ไปตามระยะที่ต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้ว จะได้ชิ้นงานที่มีรูปทรงและขนาดตามความต้องการ ซึ่งช่างควบคุมเครื่องจะต้องคอยเฝ้าดูตำแหน่งของคมตัดที่สัมผัสกับเส้นรอบรูปบนชิ้นงานที่กำลังตัดเฉือนอยู่ตลอดเวลาและในการเปลี่ยนตำแหน่งของคมตัด ผู้ควบคุมจะต้องหมุนมือหมุนเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อน ต้องคอยสังเกตคมตัดเพื่อตรวจสอบตำแหน่งของชิ้นงานกับคมตัด และเมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้ว ช่างก็จะหยุดหมุนมือหมุน คมตัดก็จะหยุดเคลื่อนที่ ซึ่งภาษาทางเทคนิคเรียกการทำงานนี้ว่า การควบคุม นอกเหนือจากการควบคุมตำแหน่งของชิ้นงานกับเครื่องมือตัดแล้ว ช่างยังต้องควบคุมอัตราป้อนซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุชิ้นงาน วัสดุของเครื่องมือตัด และตำแหน่งของคมตัดด้วย ซึ่งในบางครั้งช่างจะต้องลดอัตราป้อนลงเมื่อใกล้จะถึงตำแหน่งที่ต้องการ เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่ถูกต้องจริง ๆ นอกจากนี้จะต้องคอยปรับความเร็วรอบและตำแหน่งของการหล่อเย็นให้ถูกต้องอีกด้วย

ภาพที่ 1.1 ช่างควบคุมการทำงานกับเครื่องจักรกลทั่วไป
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

1.2.2 หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี

เครื่องซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้น ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งเป็นภาษาที่ระบบควบคุมเข้าใจได้ก่อนว่าจะให้เครื่องซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นจึงจำเป็นต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ป้อน (Feed Moter) เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้ เช่น เครื่องกลึงซีเอ็นซีจะมีมอเตอร์ในการเคลื่อนที่ 2 ตัว แนวแกน X, Z หรือเครื่องกัดซีเอ็นซีจะมีมอเตอร์ในการเคลื่อนที่ 3 ตัว แนวแกน X, Y และ Z จากนั้นระบบควบคุมอ่านโปรแกรมก็จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ออกจากระบบควบคุมนี้มีกำลังน้อยไม่สามารถไปหมุนขับให้มอเตอร์ทำงานได้ ดังนั้นจึงต้องส่งสัญญาณนี้เข้าไปในภาคขยายสัญญาณของระบบขับ (Drive Amplified) และส่งสัญญาณต่อไปยังมอเตอร์ป้อนแนวแกนที่ต้องการเคลื่อนที่ตามที่โปรแกรมกำหนด ความเร็วและระยะทางการเคลื่อนที่ของแท่นเลื่อนจะต้องกำหนดให้ระบบควบคุมรู้เนื่องจากระบบควบคุมซีเอ็นซีไม่สามารถมองได้ ซึ่งจะแตกต่างกับช่างควบคุมเครื่องจักรที่อาศัยสายตามองดูตำแหน่งของคมตัดกับชิ้นงาน ก็จะรู้ว่าต้องเลื่อนแท่นเลื่อนไปอีกเป็นระยะทางเท่าใด ดังนั้นจึงต้องออกแบบอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่สามารถจะบอกตำแหน่งของแท่นเลื่อนให้ระบบควบคุมได้รู้ อุปกรณ์ชุดนี้เรียกว่า ระบบวัดขนาด (Measuring System) ซึ่งประกอบด้วยสเกลแนวตรง (Linear Scale) มีจำนวนเท่ากับจำนวนแนวแกนในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรกล ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับระยะทางที่แท่นเลื่อนเคลื่อนที่กลับไปยังระบบควบคุม ทำให้ระบบควบคุมรู้ว่าแท่นเลื่อนเคลื่อนที่ไปเป็นระยะทางเท่าใด จากหลักการควบคุมการทำงานดังกล่าว ทำให้เครื่องซีเอ็นซีสามารถผลิตชิ้นงานให้มีรูปร่างและรูปทรงรวมทั้งขนาดตามที่ต้องการได้ เนื่องจากการสร้างและการทำงานที่เหนือกว่าเครื่องจักรทั่วไปจึงทำให้เครื่องซีเอ็นซีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก

ภาพที่ 1.2 หลักการควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

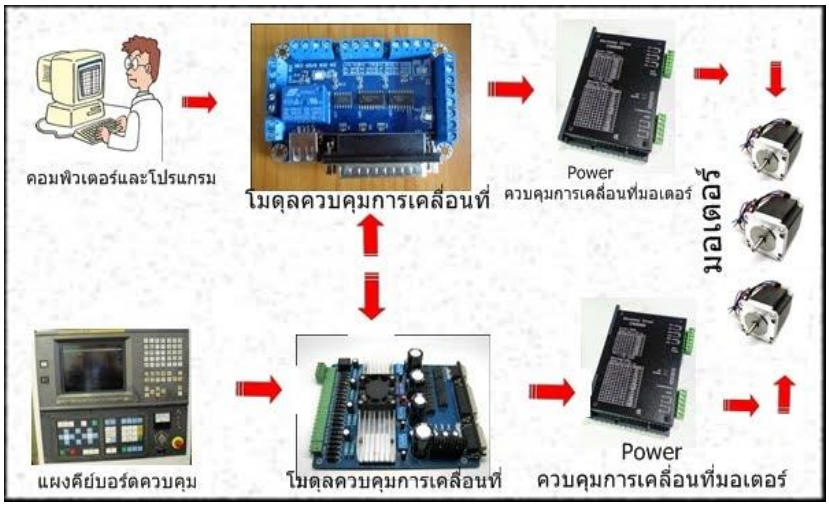
เครื่องซีเอ็นซี หมายถึง เครื่องจักรและระบบซีเอ็นซี การทำงานของเครื่องจักรเป็นไปตามระบบทำงานของเครื่อง เมื่อนำซีเอ็นซีเข้าไปร่วมทำงาน ระบบซีเอ็นซีจะไปควบคุมการทำงานหลักอยู่ 3 ประการ คือ

1. ควบคุมการเปิด–ปิด (ON–OFF) อุปกรณ์ของเครื่อง เช่น การเปิด–ปิดมอเตอร์ปั๊มน้ำหล่อเย็น มอเตอร์ขับแกนสปินเดิล (Spindle) การปิดเครื่องเมื่อหมดโปรแกรม เป็นต้น

2. ควบคุมการเคลื่อนที่ (Movement) ให้ไปยังตำแหน่งที่กำหนด การเคลื่อนที่เป็นหัวใจของเครื่องซีเอ็นซี ต้องมีความเที่ยงตรงอย่างสูง เพื่อคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตออกมา

3. ควบคุมความเร็ว (Speed) ในการเคลื่อนที่เพื่อคุณภาพของผิวงานและความรวดเร็วในการทำงาน

เครื่องจักรกลซีเอ็นซี ต้องได้รับการออกแบบมาเฉพาะชิ้นส่วนที่ใช้ต้องมีความเที่ยงตรงสูง เพราะระบบซีเอ็นซีเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ควบคุมตรวจสอบการเคลื่อนที่และความเร็วด้วยสัญญาณไฟฟ้าตลอดเวลา ระบบสั่งการจะสั่งให้มีการเคลื่อนที่ไป และมีระบบตรวจสอบการเคลื่อนที่ ที่เคลื่อนไปจริงจากนั้นส่งสัญญาณกลับมาเปรียบเทียบกับค่าที่สั่งเข้าไป เมื่อยังมีความแตกต่างอยู่ก็จะส่งสัญญาณให้มีการเคลื่อนที่ต่อไปอย่างต่อเนื่องจนกว่าสัญญาณที่ป้อนเข้าไปกับสัญญาณที่ส่งกลับมามีค่าตรงกันแสดงว่าเครื่องจักรได้ทำงานตามคำสั่งแล้ว จึงเริ่มทำคำสั่งอื่นต่อไป



ภาพที่ 1.3 ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี
(ที่มา : http://www.Sites.google.com)

1.3 องค์ประกอบของเครื่องซีเอ็นซี

ส่วนใหญ่เครื่องซีเอ็นซี จะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ชุดควบคุมการทำงาน (Controller) ระบบกลไกในการเคลื่อนที่ (Drive Mechanisms) และตัวเครื่อง (Machine Body)

1.3.1 ชุดควบคุมซีเอ็นซี

ชุดควบคุมหรือคอลโทรลเลอร์ (CNC Controller) หรือหน่วยควบคุมเครื่องจักรของเครื่องซีเอ็นซีเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่สามารถจัดเก็บโปรแกรมและแก้ไขดัดแปลงโปรแกรมได้ คอมพิวเตอร์เข้าใจโปรแกรมที่ป้อนและทำการควบคุมเครื่องให้ทำงานตามคำสั่งในโปรแกรมเอ็นซี นอกจากนี้ยังทำการประมวลและคำนวณข้อมูลและโค้ด (Code) ควบคุมการทำงานโดยผ่านระบบเชื่อมโยง (Interface)

ภาพที่ 1.4 ชุดควบคุมหรือคอลโทรลเลอร์
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

1. **ภายในของชุดคอนโทรลเลอร์** ประกอบด้วย
   (1) CPU หรือไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor)

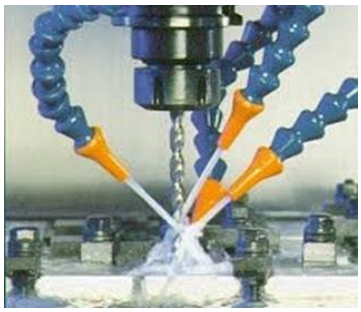
   (2) หน่วยความจำแบบ Ram

(3) ระบบสื่อสาร เช่น RS 232 ระบบเชื่อมโยงแสดงผล และแผงควบคุม

(4) ชุดควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servodrive Control)

(5) ชุดควบคุมมอเตอร์สปินเดิล

(6) ชุดควบคุมอื่น ๆ เช่น ระบบหล่อเย็น การเปลี่ยนทูล และการจับชิ้นงาน



ภาพที่ 1.5 ภายในของชุดคอลโทรลเลอร์
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

2. ภายนอกของชุดคอลโทรลเลอร์ ภายนอกชุดควบคุมเป็นแผงควบคุมการทำงานหรือสำหรับการเชื่อมโยงผู้ใช้ กับอุปกรณ์ภายในคอลโทรลเลอร์ เช่น การควบคุมการทำงานของเครื่องจักร การจัดการโปรแกรมชุดควบคุมสามารถแยกได้เป็น 3 ส่วน คือ

(1) แผงปุ่มสั่งการเครื่องจักร (Matching Operating Panel) เช่น การเริ่มทำงาน (Cycle Start) การเลือกบังคับการเคลื่อนที่ของแกนต่าง ๆ การปรับค่าฟีด การปรับความเร็วสปินเดิล การเปิด–ปิดสปินเดิล และรวมถึงการใช้มือหมุน (Handwheel) สำหรับปรับตำแหน่งการเคลื่อนที่

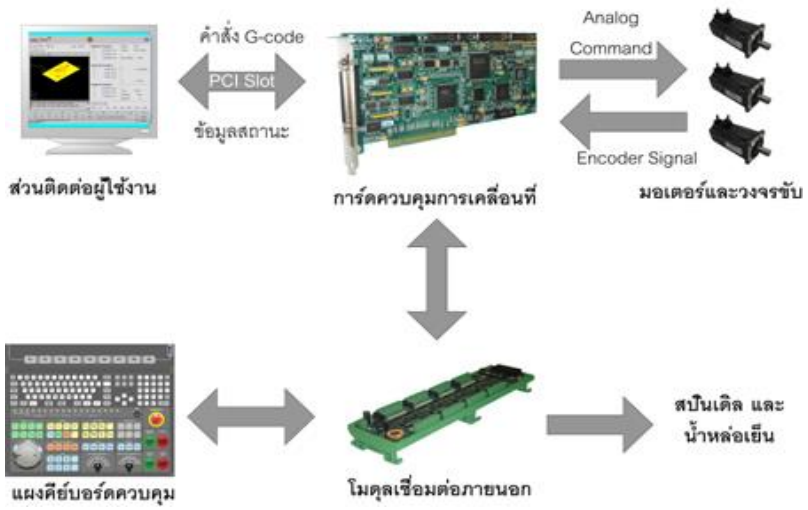
(2) แผงควบคุม (Control Panel) และปุ่มฟังก์ชัน (Function Keys) ประกอบด้วยแป้นข้อมูล (Datakey) ได้แก่ ตัวอักษร (A ถึง Z) ตัวเลข (0, 1, ... 9) คำสั่งทางคณิตศาสตร์ (+, –) การแก้ไขโปรแกรม การเปลี่ยนโหมดการแสดงโปรแกรม การแก้ไขค่าตำแหน่งต่าง ๆ และข้อมูลของทูล (Tools)

(3) จอภาพ ใช้ในการแสดงผลโปรแกรมชิ้นงานหรือโปรแกรมเอ็นซีและข้อมูลต่าง ๆ ตามโหมดใช้งาน

ภาพที่ 1.6 ภายนอกของชุดคอลโทรลเลอร์
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

1.3.2 ระบบกลไกการเคลื่อนที่

กลไกการเคลื่อนที่ ได้แก่ ฟีดมอเตอร์ (Feed Motor) ซึ่งจะเป็นเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกนต่าง ๆ ได้โดยใช้บอลสกรู (Ball Screw) แปลงการเคลื่อนที่เชิงมุม (Angular Motion) เป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Linear Motion) โดยมีตำแหน่งหรือระยะทางการเคลื่อนที่และความเร็วถูกควบคุมโดยรับสัญญาณจากคอลโทรลเลอร์ นอกจากนี้จะมีรางนำทาง (Guide Way) รองรับการเคลื่อนที่ที่แกนต่าง ๆ ของตัวเครื่อง



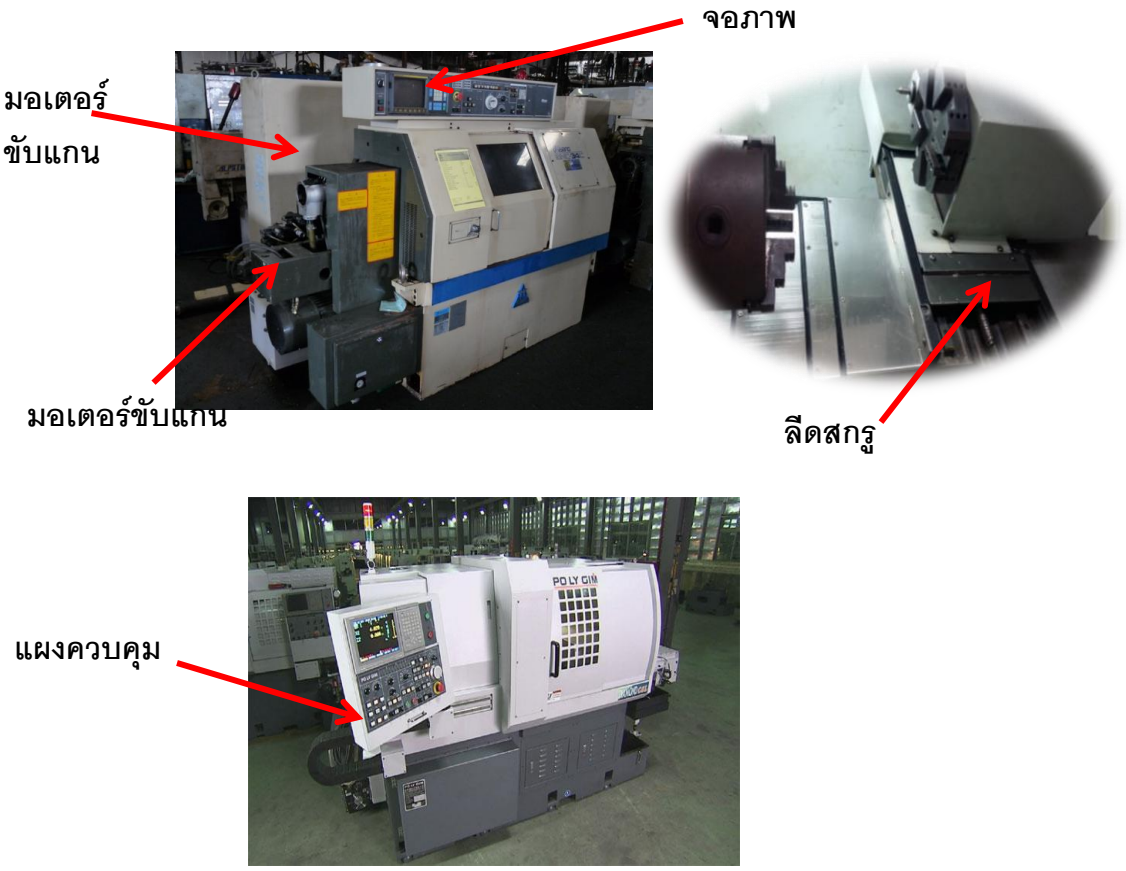
ภาพที่ 1.7 กลไกการเคลื่อนที่ของเครื่องซีเอ็นซี

1.3.3 ตัวเครื่อง

ตัวเครื่อง คือ โครงสร้างที่ประกอบเป็นรูปร่างที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานตามประเภทของเครื่องนั้น ๆ ตัวเครื่องมีส่วนประกอบหลัก เช่น แท่นเครื่อง (Machine Bed หรือ Bed) โต๊ะวางชิ้นงาน (Table) แท่นติดตั้งสปินเดิล (Spindle Head) และมอเตอร์สปินเดิล เป็นต้น ส่วนประกอบดังกล่าวเป็นอุปกรณ์พื้นฐานในเครื่องธรรมดาที่ใช้มือควบคุม (Manual Machine หรือ Conventional Machine) ลักษณะของเครื่องซีเอ็นซีโดยส่วนใหญ่มีส่วนประกอบดังนี้

1. มอเตอร์ขับแกน (Spindle) จะเป็นมอเตอร์แบบกระแสตรง เพราะสามารถปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการ
2. ลีดสกรูที่ใช้ในการเคลื่อนที่แกนต่าง ๆ เป็นแบบบอลสกรู
3. ระบบการวัดของระยะการเคลื่อนที่ของโต๊ะงานจะเป็นแบบค่าลิเนียร์ (Linear Scale) ที่มีความละเอียดถึง 0.001
4. การป้อนข้อมูลและควบคุมด้วยแผงควบคุม สามารถควบคุมการเคลื่อนที่โต๊ะด้วยปุ่มกดหรือมือหมุนที่แผงควบคุมส่งสัญญาณไปควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ DC ตามแกนที่เลือกไว้

5. ความเร็วในการเคลื่อนที่โต๊ะงานควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า
6. แสดงผลการทำงานบนจอภาพทำให้มองเห็นได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 1.8 ตัวเครื่อง

(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

1.4 เครื่องซีเอ็นซีประเภทต่าง ๆ

1.4.1 เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Lathe)

เครื่องกลึงซีเอ็นซี สำหรับกลึงงานรูปทรงกระบอกหรือกลึงขึ้นรูปชิ้นงานงาน และเจาะรูชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่กำหนด

ภาพที่ 1.9 เครื่องกลึงซีเอ็นซี
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน. 2563)

1.4.2 เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling Machine) และเครื่องซีเอ็นซีแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center)

เครื่องกัดซีเอ็นซีและเครื่องซีเอ็นซีแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ ใช้สำหรับงานกัดชิ้นงาน กัดขึ้นรูปชิ้นงาน เจาะรูและทำเกลียวกับชิ้นงาน ข้อแตกต่างระหว่างเครื่องกัดซีเอ็นซีและเครื่องซีเอ็นซีแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ คือเครื่องซีเอ็นซีแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ มีอุปกรณ์การเปลี่ยน Tool อัตโนมัติ ส่วนเครื่องกัดซีเอ็นซีไม่มีการเปลี่ยน Tool อัตโนมัติ

ภาพที่ 1.10 เครื่องกัดซีเอ็นซี
(ที่มา : กฤษณพล เรืองไพศาล โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน 2563)

1.4.3 เครื่องตัดโลหะด้วยเส้นลวด (Wire Cutting Machine)

เครื่องตัดโลหะด้วยเส้นลวด ใช้สำหรับตัดงานแผ่นโลหะหนา โดยมีหลักการทำงานใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่หมุนตัดชิ้นงาน ทำให้บริเวณที่ขดลวดผ่านจะหลอมเหลวหลุดออกไปได้ตามแบบที่ต้องการ

ภาพที่ 1.11 เครื่องตัดโลหะด้วยเส้นลวด
(ที่มา : http://www.thailandpages.com)

1.4.4 เครื่องอีดีเอ็ม (Electrical Discharge Machine)

เครื่องอีดีเอ็มใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงาน มีหลักการทำงานโดยใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแท่งอิเล็กโตรดที่ทำจากแท่งทองแดง และแท่งอิเล็กโตรดจะสปาร์กชิ้นงานเพื่อทำการขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ตามรูปร่างที่กำหนด

ภาพที่ 1.12 เครื่องอีดีเอ็ม
(ที่มา : www.siammechatronic.com)

1.4.5 เครื่องเจียระไนซีเอ็นซี (CNC Grinding Machine)

เครื่องเจียระไนซีเอ็นซีใช้สำหรับเจียระไนให้ได้ผิวงานละเอียด เรียบ เป็นมันวาว โดยแยกเป็นการเจียระไนราบ (CNC Surface Grinding) และการเจียระไนกลม (CNC Cylindrical Grinding) และลับคมตัด

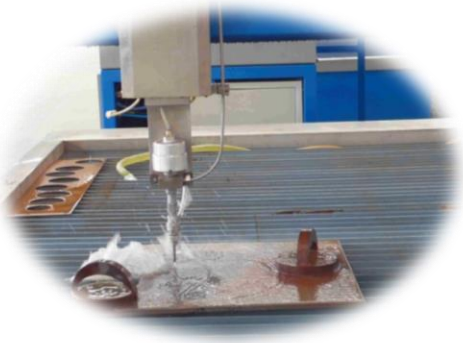
ภาพที่ 1.13 เครื่องเจียระไน
(ที่มา : www.siammechatronic.com)

1.4.6 เครื่องตัดแผ่นโลหะ (CNC Sheet Metal Cutting)

เครื่องตัดแผ่นโลหะสำหรับตัดแผ่นโลหะตามรูปแบบที่ต้องการและชิ้นงานที่ไม่หนามาก แยกประเภทได้ตามวิธีการตัด คือ ลำแสงเลเซอร์ (Laser) พลาสมา (Plasma) และลำน้ำเจ็ต (Water Jet)

ภาพที่ 1.14 เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยเลเซอร์ (CNC laser Cutting Machine)
(ที่มา : http:// www.Lasercutting.com)

ภาพที่ 1.15 เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยพลาสม่า (CNC Plasma Cutting Machine)
(ที่มา : http:// www.Lazercutting.com)



ภาพที่ 1.16 เครื่องตัดแผ่นโลหะด้วยน้ำ (CNC Water Jet Cutting Machine)
(ที่มา : http:// www.Exporntersindia.com)

1.4.7 เครื่องวัดโคออร์ดิเนท (Coordinate Measuring Machine)

สำหรับวัดขนาดหรือโคออร์ดิเนทของตำแหน่งต่าง ๆ บนชิ้นงาน 3 มิติ

ภาพที่ 1.17 เครื่องวัดโคออร์ดิเนท
(ที่มา : www.mechatronic4u.com)

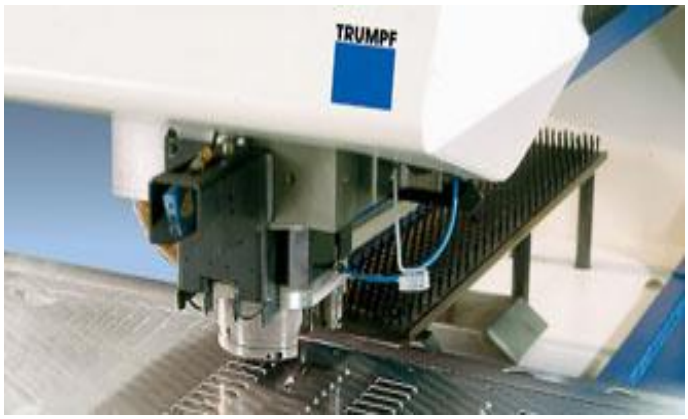
1.4.8 เครื่องเจาะซีเอ็นซี (CNC Drilling Machine)

สำหรับเจาะรูกลมและทำเกลียวกับชิ้นงาน

ภาพที่ 1.18 ลักษณะการใช้เครื่องเจาะซีเอ็นซี
(ที่มา : www.Thermal-mech.com)

1.4.9 เครื่องเจาะกระแทก (CNC Punching Machine)

เครื่องเจาะกระแทกใช้สำหรับตัดและเจาะแผ่นโลหะให้เป็นรูปทรงต่าง ๆ โดยใช้ทูลกระแทกผ่านแผ่นโลหะให้ขาดออกตามรูปแบบที่กำหนด



ภาพที่ 1.19 เครื่องเจาะกระแทก
(ที่มา : www.mechatronic4u.com)

1.4.10 เครื่องพับแผ่นโลหะ (CNC Bending Machine)

เครื่องพับแผ่นโลหะ ใช้สำหรับพับขึ้นรูปโลหะ หรือรูปทรงตามแบบที่ต้องการ

ภาพที่ 1.20 เครื่องพับแผ่นโลหะ
(ที่มา : www.thermal-mech.com)

1.4.11 เครื่องคว้านรู (CNC Boring Machine)

เครื่องคว้านรู ใช้สำหรับคว้านรูกลมของชิ้นงานให้ชิ้นงานสำหรับผิวงานละเอียด ซึ่งชิ้นงานมีขนาดใหญ่

ภาพที่ 1.21 เครื่องคว้านรู
(ที่มา : www.thermal-mech.com)

1.5 ข้อดีและข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซี

ข้อดีของเครื่องซีเอ็นซี

1. มีความเที่ยงตรงสูงในการปฏิบัติงานเพราะชิ้นงานต่าง ๆ ต้องการขนาดที่แน่นอน
2. คุณภาพสม่ำเสมอทุกชิ้นงานเท่ากันหมดเนื่องจากผลิตโดยใช้โปรแกรมในการสั่งเครื่องซีเอ็นซีทำงาน
3. โอกาสเกิดความเสียหายหรือต้องแก้ไขชิ้นงานน้อยหรือแทบไม่มี เพราะชิ้นงานที่ทำจะใช้โปรแกรมในการควบคุมถ้าผิดพลาดสามารถแก้ไขที่โปรแกรมได้
4. สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่ต้องหยุดพักเครื่อง แต่ต้องมีผู้ควบคุมประจำเครื่องซีเอ็นซี
5. มีความรวดเร็วสูงในการผลิตทำให้ได้ผลผลิตสูง เพราะสามารถกำหนดระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานได้ว่าใช้เวลาในการทำงานกี่ชิ้นต่อวินาที/นาที/ชั่วโมง
6. สามารถคาดคะเนและวางแผนการผลิตได้อย่างแม่นยำ เพราะรู้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเพื่อที่จะนัดหรือส่งงานลูกค้าได้ตรงตามเวลา
7. สามารถสลับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานได้หลากหลายรูปทรงเนื่องจากสะดวกและรวดเร็วในการทำงานเพราะใช้โปรแกรมในการสั่งงาน
8. เมื่อเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตที่เท่ากัน เครื่องซีเอ็นซีใช้พื้นที่น้อยกว่าและลดพื้นที่การจัดเก็บชิ้นงาน
9. มีความสะดวกสำหรับใช้ในการผลิตชิ้นงานต้นแบบที่มีการแก้ไขบ่อย ๆ เพราะเวลาแก้ไขสามารถแก้ไขได้ที่โปรแกรม
10. ชิ้นงานที่มีความซับซ้อนสูงและมีหลายขั้นตอนการผลิตสามารถใช้เครื่องซีเอ็นซีเครื่องเดียวได้ทำให้ไม่ต้องย้ายไปทำงานที่เครื่องอื่นให้เสียเวลาในการปฏิบัติงาน
11. ลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพลงเพราะชิ้นงานนั้นได้ขนาดเท่ากันทุก ๆ ชิ้นแต่ควรเลือกค่าของความเร็วรอบ ความเร็วตัดให้เหมาะสมเพื่อลดอายุการสึกหรอของทูลที่ใช้
12. ทำให้สามารถใช้ทูลหรือเครื่องมือตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะจะต้องคำนวณค่าต่าง ๆ มาก่อนลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องซีเอ็นซี
13. ลดแรงงานในสายการผลิตลงเนื่องจากผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถคุมได้ 3 ถึง 5 เครื่อง
14. ใช้อุปกรณ์เสริมน้อยไม่ต้องใช้แผ่นลอกแบบ (Camplates หรือ Templates) แต่ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมให้ถูกต้อง

ข้อเสียของเครื่องซีเอ็นซี

1. มีราคาแพงมากเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

2. ค่าซ่อมแซมสูง การซ่อมแซมมีความซับซ้อนเพราะทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รวมถึงคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กโทรนิกส์ ต้องใช้ผู้ชำนาญการ

3. อุปกรณ์และซอฟต์แวร์เสริม (Option) มีราคาสูงและต้องได้มาจากผู้ผลิตเครื่องซีเอ็นซีนั้นๆ เท่านั้น

4. ต้องมีความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์มากพอสมควรสำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมเพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถคำนวณหาค่าของจุดต่าง ๆ ได้

5. ต้องมีพื้นที่ในการทำงานว่างพอและยังรวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกของการทำงานต่าง ๆ ให้แก่ผู้เขียนโปรแกรมเอ็นซี

6. ต้องมีห้องควบคุมอุณหภูมิและให้เครื่องทำงานประจำอย่างสม่ำเสมอเพราะอาจทำให้ชิ้นส่วนบางอย่างเสื่อมสภาพและเครื่องจักรจะได้เตรียมความพร้อมตลอดเวลา

7. ไม่เหมาะสมกับการผลิตชิ้นงานจำนวนน้อย ๆ ควรใช้กับผลิตชิ้นงานจำนวนมาก ๆ เพราะจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการจ้างพนักงาน

8. ค่าใช้จ่ายการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องสูงมาก เพราะต้องใช้ช่างผู้ชำนาญเฉพาะทางในการซ่อมแซม

9. ชิ้นส่วนอะไหล่หากเกิดการชำรุดหรือเสียหายในบางกรณีต้องรอส่งมาจากต่างประเทศอย่างเดียวเนื่องจากไม่ได้ผลิตในประเทศ

10. ช่างผู้ควบคุมเครื่องจักรกลซีเอ็นซีต้องเรียนรู้และมีการฝึกอบรมการใช้เครื่องและการเขียนโปรแกรมก่อนเริ่มใช้เครื่องเพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถปฏิบัติงานได้

แบบฝึกหัดที่ 1.1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. ซีเอ็นซี ย่อมาจาก
2. เครื่องซีเอ็นซี เป็นเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สามารถแยกตามประเภทของเครื่องได้แก่อะไรบ้าง
3. เครื่องซีเอ็นซีมีหลักการทำงานอย่างไร อธิบายมาพอเข้าใจ
4. องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเครื่องซีเอ็นซีจะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลัก ๆ คืออะไร
5. เครื่องตัดโลหะด้วยเส้นลวด (Wire Cutting Machine) มีหลักการตัดอย่างไร
6. เครื่องอีดีเอ็ม (Electrical Discharge Machine) มีหลักการทำงานอย่างไร
7. เครื่องตัดแผ่นโลหะ (Sheet Metal Cutting) ที่ใช้สำหรับตัดแผ่นโลหะตามรูปแบบที่ต้องการและชิ้นงานที่ไม่หนามาก แยกประเภทได้ตามวิธีการตัดได้กี่ประเภท
8. ข้อดีของการใช้เครื่องซีเอ็นซีมีอะไรบ้างระบุมาไม่น้อยกว่า 5 ข้อ
9. จงบอกข้อเสียของการใช้เครื่องซีเอ็นซีมีอะไรบ้างระบุมาไม่น้อยกว่า 5 ข้อ
10. จงบอกชื่อชนิดและหน้าที่การใช้งานของเครื่องซีเอ็นซีในงานอุตสาหกรรมมาไม่น้อยกว่า 5 ชนิด

ใบงานที่ 1.1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

คำสั่ง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องซีเอ็นซี จากเว็บไซต์ เอกสารประกอบการเรียน จัดทำรายงานเสนอเป็นรูปเล่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ในชั้นเรียน
2. ให้นักเรียนสืบค้นอินเทอร์เน็ตเพื่อสืบค้นหารูป ดังต่อไปนี้
   2.1 ชิ้นงานที่ผลิตด้วยเครื่องซีเอ็นซี มาคนละจำนวน 4 รูป
   2.2 เครื่องซีเอ็นซีแบบต่าง ๆ มาคนละจำนวน 4 รูป
3. สร้าง Folder ชื่อของนักเรียน ไว้ใน Folder – My Document – My Pictures
4. Save รูปที่ได้ไว้ใน Folder ชื่อของนักเรียน
5. ทำการส่ง E–Mail ให้ผู้สอน

ใบประเมินผล

ใบงานที่ 1.1 หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น ปวช. 2 กลุ่ม.....

จุดที่ประเมิน	ผลการประเมิน (คะแนน)				
	ดีมาก 8–10	ดี 5–7	พอใช้ 2–4	แก้ไข 0–1	หมายเหตุ
คุณภาพงาน					
1. การทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม					
2. มีการศึกษาค้นคว้าที่มาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ					
3. การนำเสนอและอภิปรายหน้าชั้นเรียน					
4. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
5. สืบค้นภาพชิ้นส่วนของเครื่องซีเอ็นซี จำนวน 4 รูป					
6. สืบค้นเครื่องซีเอ็นซีแบบต่าง ๆ จำนวน 4 รูป					
7. การ Save รูปที่ได้ไว้ใน Folder ที่กำหนด					
8. การส่ง E–Mail ให้ผู้สอน					
เจตคติ					
1. ความตรงต่อเวลา					
2. ความซื่อสัตย์สุจริต					
3. การรักษาระเบียบวินัย					
4. ความขยัน					
5. การรักษาความสะอาด					
6. การตระหนักในความปลอดภัย					
7. มนุษยสัมพันธ์ในการปฏิบัติงาน					

เริ่มงาน.....น. เสร็จงาน.....น. ใช้เวลา.....ชม.....นาที

สรุป ผลการประเมิน.....

หมายเหตุ ไม่ผ่าน = ให้ฝึกเพิ่มเติม แก้ไข = ให้ปฏิบัติใหม่

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

แบบทดสอบหลังเรียนที่ 1.1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

****

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว จำนวน 10 ข้อ เวลา 10 นาที

1. พัฒนาการของเครื่องซีเอ็นซีถูกนำมาผลิตชิ้นส่วนใดเป็นครั้งแรก
   ก. เครื่องบิน ข. รถถัง ค. เรือกล ง. หุ่นยนต์

2. องค์ประกอบหลักของเครื่องซีเอ็นซีประกอบด้วยกี่ส่วน
   ก. 2 ส่วน ข. 3 ส่วน ค. 4 ส่วน ง. 5 ส่วน

3. เครื่องซีเอ็นซีประเภทใดที่มีลักษณะการทำงานแบบ 2 มิติ
   ก. เครื่องกัด ข. เครื่องอีดีเอ็ม ค. เครื่องตัดโลหะ ง. เครื่องกลึง

4. ข้อใดไม่ใช่ระบบควบคุมการทำงานหลักของเครื่องซีเอ็นซี
   ก. ระบบควบคุมการเปิด ปิด ข. ระบบควบคุมการเคลื่อนที่
   ค. ระบบควบคุมคำสั่งการทำงาน ง. ระบบควบคุมความเร็ว

5. ข้อใดไม่ใช่องค์ประกอบหลักของเครื่องซีเอ็นซี
   ก. ชุดควบคุมการทำงาน ข. ชุดการเปลี่ยนเครื่องมือ
   ค. ระบบกลไกการเคลื่อนที่ ง. ตัวเครื่อง

6. ส่วนประกอบใดที่ไม่ใช่ส่วนประกอบหลักของเครื่องซีเอ็นซี
   ก. บอลสกรู ข. แท่นเครื่อง
   ค. โต๊ะวางชิ้นงาน ง. มอเตอร์สปินเดิล

7. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะส่วนประกอบตัวเครื่องของเครื่องซีเอ็นซี
   ก. มอเตอร์ขับแกน ข. ระบบการวัดระยะการเคลื่อนที่
   ค. ปุ่มเปิดและปิดของเครื่อง ง. ลีดสกรูที่ใช้ในการเคลื่อนที่

8. ข้อใดคือข้อดีของเครื่องซีเอ็นซี
   ก. มีความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงาน ข. มีราคาแพง
   ค. ไม่เหมาะสมกับกับการผลิตงานจำนวนน้อย ง. ค่าซ่อมแซมสูง

9. ข้อใดคือความหมายของซีเอ็นซี (CNC)

ก. C ย่อมาจาก Computer หมายถึง คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนเครื่องจักร

ข. N ย่อมาจาก Numerical หมายถึง ตัวเลข 0 ถึง 9 ตัวอักษรหรือโค้ด A – Z

ค. C ย่อมาจาก Control หมายถึง การควบคุมโดยกำหนดค่าหรือตำแหน่งจริงที่ต้องการให้เครื่องทำงาน

ง. ถูกทุกข้อ

10. ข้อใดอธิบายหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซีได้ถูกต้อง

ก. ระบบควบคุมจะได้รับคำสั่งเป็นภาษาที่เป็นระบบควบคุมว่าจะให้เครื่องทำอะไร

ข. เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ถูกป้อนเข้าไปแล้วก็จะถูกควบคุมให้เครื่องจักรทำงาน

ค. เครื่องจักรจะทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ป้อนเพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้

ง. ถูกทุกข้อ

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 1.1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

****

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ได้ใจความสมบูรณ์

1. ซีเอ็นซี มีความหมายย่อมาจากคำว่า

ตอบ Computer Numerical Control คือ คอมพิวเตอร์หรือไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้สำหรับในการควบคุมการทำงาน

2. เครื่องซีเอ็นซีเป็นเครื่องจักรที่ถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สามารถแยกตามประเภท ของเครื่องซีเอ็นซี ได้แก่

ตอบ เครื่องกลึงซีเอ็นซี (CNC Turning Machine) เครื่องกัดซีเอ็นซี (CNC Milling Machine) เป็นต้น

3. จงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี มาพอเข้าใจ

ตอบ เครื่องซีเอ็นซีจะทำงานได้นั้น ระบบควบคุมของเครื่องจะต้องได้รับคำสั่งเป็นภาษาที่ระบบควบคุมเข้าใจได้เสียก่อนว่าจะให้เครื่องจักรซีเอ็นซีทำอะไร ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องป้อนโปรแกรมเข้าไปในระบบควบคุมของเครื่องผ่านแป้นพิมพ์ (Key Board) หรือเทปแม่เหล็ก (Magnetic Tape) เมื่อระบบควบคุมอ่านโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปแล้ว ก็จะนำไปควบคุมให้เครื่องจักรกลทำงานโดยอาศัยมอเตอร์ป้อน (Feed Moter) เพื่อให้แท่นเลื่อนเคลื่อนที่ได้จากนั้นระบบควบคุมอ่านโปรแกรมแล้ว ก็จะเปลี่ยนรหัสโปรแกรมนั้นให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อไปควบคุมให้มอเตอร์ทำงาน

4. องค์ประกอบส่วนใหญ่ของเครื่องซีเอ็นซี จะมีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลักๆ คือ

ตอบ 1. ตัวเครื่อง (Machine Body) 2. ชุดควบคุมการทำงาน (Controller)
3. ระบบกลไกในการเคลื่อนที่ (Drive Mechanisms)

5. จงอธิบายถึงเครื่องตัดโลหะด้วยลวด (Wire Cutting Machine) ว่ามีหลักการตัดอย่างไร

ตอบ เส้นลวดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเป็นผลทำให้วัสดุเกิดการหลอมเหลวหลุดออกไปได้ตามแบบที่ต้องการ

6. จงอธิบายถึงหลักการทำงานเครื่องอีดีเอ็ม (Electrical Discharge Machine) มีหลักการทำงานอย่างไร

ตอบ โดยใช้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านอิเล็คโตรดเพื่อทำการขึ้นรูปชิ้นงานให้ได้ตามแบบที่กำหนด

7. เครื่องตัดแผ่นโลหะ (Sheet Metal Cutting) ที่ใช้สำหรับการตัดแผ่นโลหะตามรูปแบบที่ต้องการและชิ้นงานที่ไม่หนามาก แยกประเภทได้ตามวิธีการตัดได้กี่ประเภท

ตอบ ลำแสงเลเซอร์ (Laser) พลาสมา (Plasma) และลำน้ำเจ็ท (Water Jet)

8. จงบอกข้อดีของการใช้เครื่องซีเอ็นซี มาไม่น้อยกว่า 5 ข้อ

ตอบ 1. มีความเที่ยงตรงสูงในการปฏิบัติงานเพราะชิ้นงานต่าง ๆ ต้องการขนาดที่แน่นอน

2. คุณภาพที่ได้สม่ำเสมอทุกชิ้นงานเท่ากันหมดเนื่องจากผลิตโดยใช้โปรแกรมในการสั่งเครื่องซีเอ็นซีทำงาน

3. โอกาสเกิดความผิดพลาดเสียหายหรือต้องแก้ไขชิ้นงานน้อย หรือแทบไม่มีเพราะชิ้นงานที่ทำจะใช้โปรแกรมในการควบคุมถ้าผิดพลาดก็แก้ไขที่โปรแกรม

4. ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมงโดยไม่ต้องหยุดพักเครื่องแต่ต้องมีคนควบคุมประจำเครื่องซีเอ็นซี

5. มีความรวดเร็วสูงในการผลิตทำให้ได้ผลผลิตสูง เพราะสามารถกำหนดระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานได้ว่าใช้เวลาในการทำงานกี่ชิ้นต่อวินาที/นาที/ชั่วโมง

6. สามารถคาดคะเนวางแผนการผลิตได้อย่างถูกต้องแม่นยำเพราะรู้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานเพื่อที่จะนัด หรือส่งงานลูกค้าได้ตรงตามเวลา

7. สามารถสลับปรับเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานได้หลากหลายรูปทรง เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็วในการทำงานเพราะใช้โปรมแกรมในการสั่งงาน

8. เมื่อเปรียบเทียบจำนวนผลผลิตที่ได้เท่ากันเครื่องซีเอ็นซี จะใช้พื้นที่น้อยกว่าและลดพื้นที่การจัดเก็บชิ้นงาน

9. มีความสะดวกสำหรับใช้ในการที่ผลิตชิ้นงานต้นแบบที่มีการแก้ไขบ่อยๆ เพราะเวลาแก้ไขสามารถแก้ไขได้ที่โปรแกรม

10. ชิ้นงานที่มีความซับซ้อนสูงและมีหลายขั้นตอนการผลิตสามารถใช้เครื่องซีเอ็นซีเครื่องเดียวทำให้ไม่ต้องย้ายไปทำงานที่เครื่องอื่นให้เสียเวลาในการปฏิบัติงาน

11. ลดขั้นตอนในการตรวจสอบคุณภาพลงเพราะชิ้นงานนั้นได้ขนาดเท่ากันทุกๆ ชิ้นแต่ควรทำการเลือกค่าของความเร็วรอบ ความเร็วตัดให้เหมาะสมเพื่อลดอายุการสึกหรอของทูลที่ใช้ทำให้สามารถใช้ทูลหรือเครื่องมือตัดได้อย่างมีประสิทธิภาพเพราะจะต้องคำนวณค่าต่างๆ มาก่อนลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องซีเอ็นซี

12. ลดแรงงานในสายการผลิตลงเนื่องจากผู้ควบคุมเครื่อง 1 คน สามารถคุมได้ 3 ถึง 5 เครื่อง

13. ใช้อุปกรณ์เสริมน้อยไม่ต้องใช้แผ่นลอกแบบ (Camplates หรือ Templates) แต่ผู้ใช้จะต้องเขียนโปรแกรมให้ถูกต้อง

9. จงบอกข้อเสียของการใช้เครื่องซีเอ็นซี มาไม่น้อยกว่า 5 ข้อ

ตอบ 1. มีราคาแพงมากเพราะต้องนำเข้าจากต่างประเทศเนื่องจากยังไม่มีการผลิตเครื่องซีเอ็นซีภายในประเทศ

2. ค่าซ่อมแซมสูงการซ่อมแซมมีความซับซ้อนเพราะทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์รวมถึงชุดของเครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ต้องใช้ผู้ชำนาญการ

3. อุปกรณ์และซอฟต์แวร์เสริม (Option) มีราคาสูงมาก และต้องได้มาจากผู้ผลิตเครื่องซีเอ็นซีนั้นๆ เท่านั้น

4. ต้องมีความรู้พื้นฐานทางวิชาคณิตศาสตร์มากพอสมควรสำหรับใช้ในการเขียนโปรแกรมเพราะไม่นั้นไม่สามารถคำนวณหาค่าของจุดต่างๆ ได้เลย

5. ต้องมีพื้นที่ในการทำงานว่างพอและยังรวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ให้แก่ผู้เขียนโปรแกรมเอ็นซี

6. ต้องหางานป้อนให้เครื่องทำงานประจำอย่างสม่ำเสมอไม่ให้หยุดนิ่ง เพราะอาจจะทำให้ชิ้นส่วนบางอย่างเสื่อมสภาพและเครื่องจะได้รับเครื่องเตรียมพร้อมตลอดเวลา

7. ไม่เหมาะสมกับการผลิตชิ้นงานจำนวนน้อยๆ ควรใช้กับผลิตชิ้นงานจำนวนมากๆ เพราะจะไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการจ้างพนักงาน

8. ค่าซ่อมบำรุงรักษาเครื่องสูงมากๆ เพราะต้องใช้ช่างผู้ชำนาญเฉพาะทางในการซ่อมแซม

9. ชิ้นส่วนอะไหล่ถ้าเกิดการชำรุดหรือเสียหายในบางกรณีต้องรอส่งมาจากต่างประเทศอย่างเดียวเนื่องจากไม่ได้ผลิตในประเทศ

10. ชุดคอนโทรลเลอร์เป็นภาษาอังกฤษช่างต้องเรียนรู้และมีการฝึกอบรมการใช้เครื่องและการเขียนโปรแกรมก่อนเริ่มใช้เครื่องเพราะไม่นั้นจะใช้ไม่เป็น

10. จงบอกชื่อชนิดและหน้าที่การใช้งานของเครื่องซีเอ็นซีในงานอุตสาหกรรมมาไม่น้อยกว่า 5 ชนิด

ตอบ 1. เครื่องกลึง (Turning Machine หรือ Lathe)

2. เครื่องกัด (Milling Machine) และแมชชีนนิ่งเซนเตอร์ (Machining Center)

3. เครื่องตัดโลหะด้วยลวด (Wire Cutting Machine)

4. เครื่องอีดีเอ็ม (Electrical Discharge Machine หรือ EDM)

5. เครื่องเจียระไน (Grinding Machine) เครื่องตัดแผ่นโลหะ (Sheet Metal Cutting)

6. เครื่องวัดโคออร์ดิเนต (Coordinate Measuring Machine หรือ CMM)

7. เครื่องเจาะ (Drilling Machine) เครื่องเจาะกระแทก (Punching Machine)

8. เครื่องพับแผ่นโลหะ (Press Brake หรือ Bending Machine) เครื่องคว้าน (Boring Machine)

เฉลยใบงานที่ 1.1

หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

****

คำสั่ง

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทคโนโลยีเครื่องซีเอ็นซี จากเว็บไซต์ เอกสารตำรา แล้วจัดทำรายงานเสนอเป็นรูปเล่มและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน

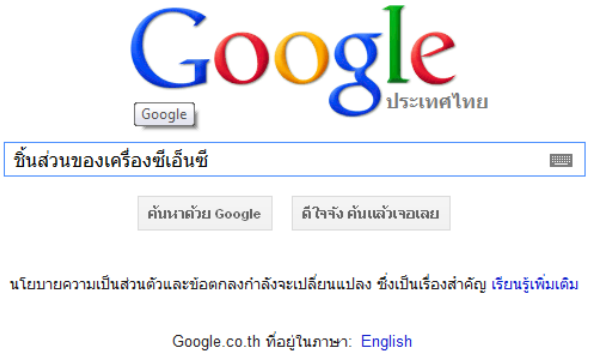
ตอบ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเครื่องซีเอ็นซี มีดังนี้

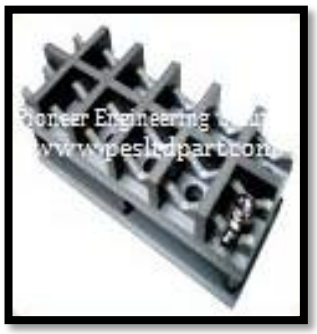
1. ความหมายของเอ็นซีและซีเอ็นซี
2. หลักการทำงานของเครื่องซีเอ็นซี
3. เครื่องซีเอ็นซีประเภทต่างๆ
4. เครื่องมือตัดสำหรับเครื่องซีเอ็นซี
5. คำสั่ง G โค้ด และ M โค้ด ที่ใช้สำหรับงานเครื่องซีเอ็นซี
6. ความปลอดภัยและการบำรุงรักษาเครื่องซีเอ็นซี

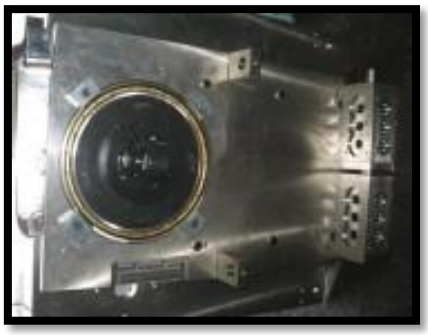
2. ให้นักเรียนเข้าอินเตอร์เน็ตเพื่อสืบค้นหารูปภาพ ดังต่อไปนี้

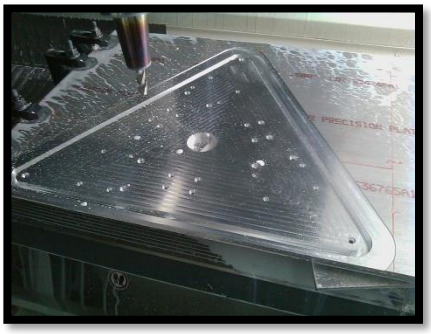
2.1 ชิ้นงานที่ผลิตด้วยเครื่องซีเอ็นซี มาคนละจำนวน 4 ภาพ

ตอบ (หมายเหตุเป็นเพียงการเฉลยตัวอย่างแนวทางในการตอบ)



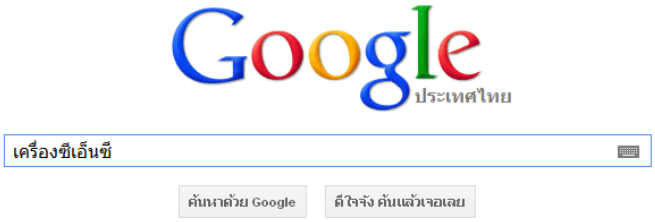






2.2 เครื่องซีเอ็นซีแบบต่างๆ ชนิด มาคนละจำนวน 4 ภาพ

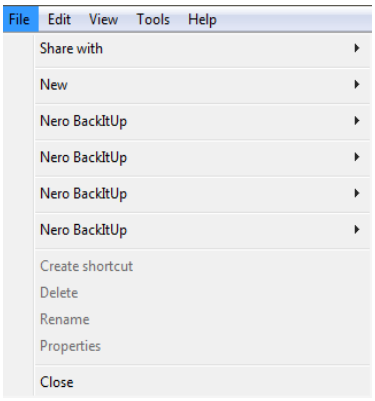
ตอบ (หมายเหตุเป็นเพียงการเฉลยตัวอย่างแนวทางในการตอบ)



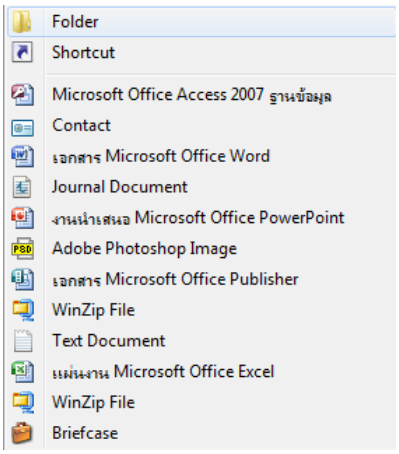
3. สร้าง Folder ชื่อของนักเรียน ไว้ใน Folder – My Document – My Pictures

ตอบ 1. เลือกเมนู File

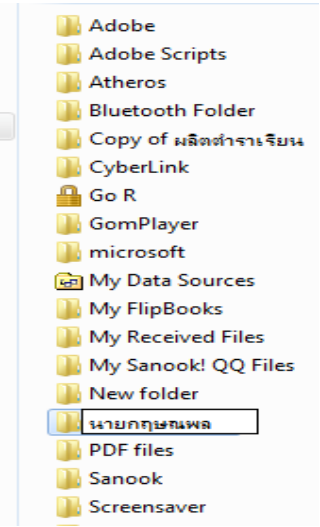
2. เลือกใช้คำสั่ง New



3. เลือกใช้คำสั่ง Folder



4. ทำการตั้งชื่อไว้ใน Folder



4. Save ภาพที่ได้ไว้ใน Folder ชื่อของนักเรียน

ตอบ 1. ทำการคลิกขวาที่เมาส์ให้อยู่ภายในรูปที่ต้องการ

2. เลือกคำสั่ง Save Picture As

3. เลือกเมนูคำสั่ง Documents จะปรากฏชื่อของนักเรียนที่ตั้งไว้ใน Folder

4. ทำการดับเบิลคลิกที่ Folder ที่ได้ตั้งชื่อไว้

5. เลือกคำสั่ง Save เพื่อทำการบันทึก

5. ทำการส่ง E – Mail ในชื่อ Boontian747@gmail.com

ตอบ 1. นักเรียนทำการเปิดอีเมล์ของนักเรียน

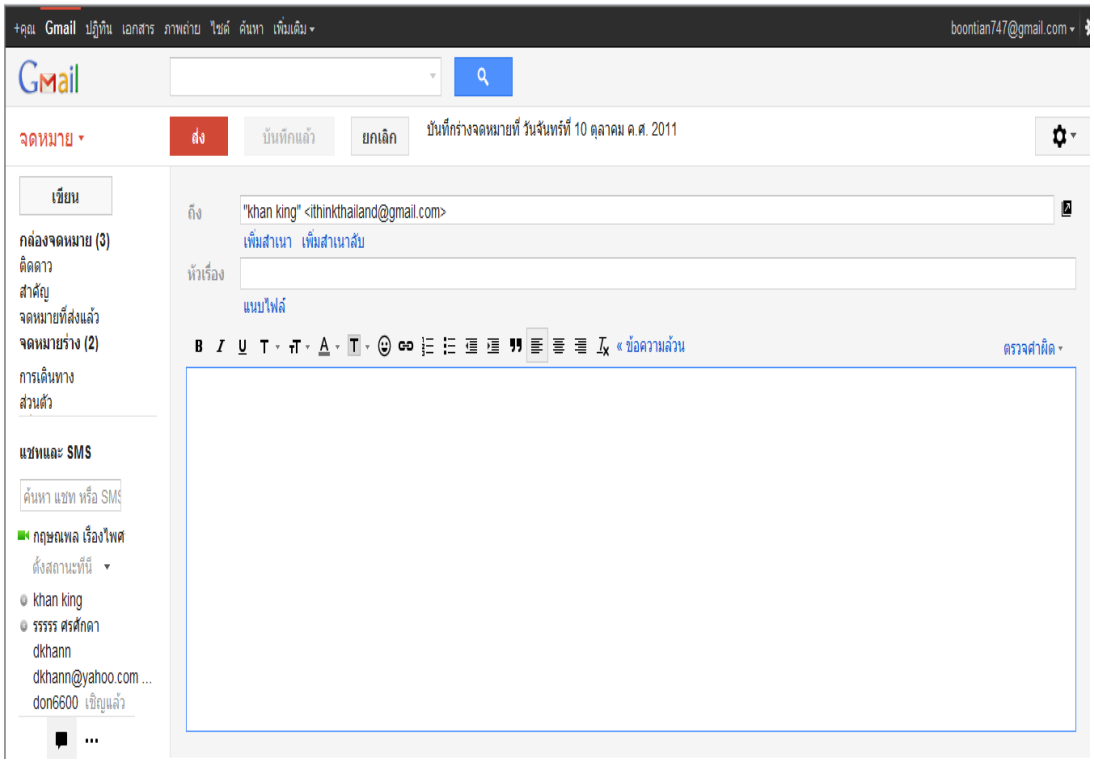
2. เลือกคำเมนูคำสั่งจดหมายร่าง

3. ใส่อีเมล์ Boontian747@gmail.com ในช่องคำสั่ง ถึง

4. เลือกคำสั่ง แนบไฟล์ เพื่อเปิดเมนูไฟล์ของนักเรียนที่ตั้งไว้ใน Folder ที่อยู่ในคำสั่งเมนู Documents เพื่อทำการเปิดไฟล์และแนบไฟล์

5. พิมพ์ที่เมนูคำสั่งหัวเรื่องว่า ส่งงาน

6. เลือกเมนูคำสั่ง ส่ง



ใบประเมินผล

ใบงานที่ 1.1 หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

ชื่อ.....นามสกุล.....ระดับชั้น ปวช. 2 กลุ่ม.....

จุดที่ประเมิน	ผลการประเมิน (คะแนน)				
	ดีมาก 8–10	ดี 5–7	พอใช้ 2–4	แก้ไข 0–1	หมายเหตุ
คุณภาพงาน					
1. การทำงานเป็นกลุ่มหรือเป็นทีม					
2. มีการศึกษาค้นคว้าที่มาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ					
3. การนำเสนอและอภิปรายหน้าชั้นเรียน					
4. การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น					
5. สืบค้นภาพชิ้นส่วนของเครื่องซีเอ็นซี จำนวน 4 รูป					
6. สืบค้นเครื่องซีเอ็นซีแบบต่าง ๆ จำนวน 4 รูป					
7. การ Save รูปที่ได้ไว้ใน Folder ที่กำหนด					
8. การส่ง E–Mail ให้ผู้สอน					
เจตคติ					
1. ความตรงต่อเวลา					
2. ความซื่อสัตย์สุจริต					
3. การรักษาระเบียบวินัย					
4. ความขยัน					
5. การรักษาความสะอาด					
6. การตระหนักในความปลอดภัย					
7. มนุษยสัมพันธ์ในการปฏิบัติงาน					

เริ่มงาน.....น. เสร็จงาน.....น. ใช้เวลา.....ชม.....นาที

สรุป ผลการประเมิน.....

หมายเหตุ ไม่ผ่าน = ให้ฝึกเพิ่มเติม แก้ไข = ให้ปฏิบัติใหม่

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ 1.1
หลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องซีเอ็นซี

****

ก่อนเรียน	หลังเรียน
1. ง. ถูกทุกข้อ	1. ก. เครื่องบิน
2. ก. เครื่องบิน	2. ข. 3 ส่วน
3. ง. ถูกทุกข้อ	3. ง. เครื่องกลึง
4. ค. ระบบควบคุมคำสั่งการทำงาน	4. ค. ระบบควบคุมคำสั่งการทำงาน
5. ข. ชุดการเปลี่ยนเครื่องมือ	5. ข. ชุดการเปลี่ยนเครื่องมือ
6. ก. บอลสกรู	6. ก. บอลสกรู
7. ข. 3 ส่วน	7. ค. ปุ่มเปิดและปิดของเครื่อง
8. ง. เครื่องกลึง	8. ก. มีความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงาน
9. ค. ปุ่มเปิดและปิดของเครื่อง	9. ง. ถูกทุกข้อ
10. ก. มีความเที่ยงตรงในการปฏิบัติงาน	10. ง. ถูกทุกข้อ

ชวลิต เข่งทอง และ มนตรี มงคล. (2534). **ชุดสื่อการเรียนการสอนงานกัดซีเอ็นซี**. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

_____. (2542). **ชุดฝึกอบรมงานกัดซีเอ็นซี**. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชาลี ตระการกูล. (2541). **เทคโนโลยีซีเอ็นซี**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เทคโนโลยีการตัดเฉือนวัสดุ. (2554). **รูปที่ 7.23 ลักษณะการหล่อเย็นงานกัด**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : http:// www. viboon.org. (วันที่ค้นข้อมูล : 24 พฤษภาคม 2554).

บริษัทเทอร์มอลแมคคานิคส์. (2554). **รูปที่ 1.17 เครื่องพับแผ่นโลหะ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.thermal-mech.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 19 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 1.18 เครื่องคว้านชิ้นงานขนาดใหญ่**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www. thermal-mech.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 19 พฤษภาคม 2554).

บริษัทสยามแมคคาทรอนิคส์.(2554). **รูปที่ 1.1 ลักษณะการใช้งานของเครื่องอีดีเอ็ม**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.siammechatronic.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 1.12 เครื่องเจียระไนราบ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.siam mechatronic.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

บริษัทแองเกิลซีเอ็นซีอีควิปเม้นท์ไทยแลนด์. (2554). **รูปที่ 1.10 เครื่องตัดโลหะด้วยเส้นลวด**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.thailandpages.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

สมบัติ ชิวหา. (2549). **พื้นฐานเทคโนโลยีซีเอ็นซี**. กรุงเทพฯ : สกายบุกส์.

สาขางานเครื่องมือกล. (2550). **ซอฟแวร์โปรแกรม CNC Base for prolight 2000**. บุรีรัมย์ : วิทยาลัยการอาชีพนางรอง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

_____. (2550). **ซอฟแวร์โปรแกรม CNC Base for prolight 3000**. บุรีรัมย์ : วิทยาลัยการอาชีพนางรอง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

_____. (2551). **ครุภัณฑ์เครื่องกัดซีเอ็นซีรุ่น XK0816B**. บุรีรัมย์ : วิทยาลัยการอาชีพนางรอง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

สาขางานเครื่องมือกล. (2553). **ครุภัณฑ์เครื่องกลึงซีเอ็นซี รุ่น 354-10**. บุรีรัมย์ : วิทยาลัยการอาชีพนางรอง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา.

สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมสนับสนุนกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและสถาบันค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2544). **การโปรแกรม และการใช้งานสำหรับเครื่องกลึงและเครื่องกัด**. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาอุตสาหกรรม สนับสนุน.

สุภาพ ด้วงโสน และ นิธินัย พูนสนอง. (2542). **เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตรความรู้เบื้องต้นในการเขียนโปรแกรมซีเอ็นซี**. กรุงเทพฯ : ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

mechatronic4u. (2554). **รูปที่ 1.13 ลักษณะการตัดงานด้วยลำแสงเลเซอร์.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www. mechatronic4u.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 1.14 เครื่องวัดโคออร์ดิเนท.** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.mechatronic4u.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 1.15 ลักษณะการใช้เครื่องเจาะซีเอ็นซี**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https:// www. mechatronic4u.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 1.16 เครื่องเจาะกระแทก**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : https://www.mechatronic4u.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 12.23 ลักษณะการใช้น้ำหล่อเย็นสำหรับงานกัด**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : www. mechatronic4u.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 28 พฤษภาคม 2554).

_____. (2554). **รูปที่ 12.24 ลักษณะการใช้น้ำหล่อเย็นสำหรับงานเจาะ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา : www. mechatronic4u.com. (วันที่ค้นข้อมูล : 28 พฤษภาคม 2554).

บันทึก

บันทึก