

การออกแบบตัวยึดและหัวจับชิ้นงานเพื่อวางในเครื่องเชื่อม
FIXTURE AND GRIPPER DESIGN FOR CARRYING AND PUTTING
PART IN WELDING MACHINE



รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การออกแบบตัวยึดและหัวจับชิ้นงานเพื่อวางในเครื่องเชื่อม

FIXTURE AND GRIPPER DESIGN FOR CARRYING AND PUTTING
PART IN WELDING MACHINE



T147906



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **147906**
วันเดือนปี **316 00-2560**

b. 12562666
i.

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIXTURE AND GRIPPER DESIGN FOR CARRYING AND PUTTING
PART IN WELDING MACHINE



A CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา

การออกแบบตัวยึดและหัวจับชิ้นงานเพื่อวางในเครื่องเชื่อม
Fixture and Gripper Design for Carrying and Putting Part
in Welding Machine

นักศึกษา

นายกษิตศ กุณภนนท์

รหัสนักศึกษา

56120002

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมระบบการผลิต

พ.ศ.

2559

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรร

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปี
การศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรร	
ดร.สันทัต ชูวงอินทร์	
ดร.ฉัตรพล ภาคศิริ	
นางสาวศลิษา เผือกเนียม	ศลิษา เผือกเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การออกแบบตัวยึดและหัวจับชิ้นงานเพื่อวางในเครื่องเชื่อม
นักศึกษา	นายกษิตศ กุมนันท์
รหัสนักศึกษา	56120002
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2559
อาจารย์นิเทศ	ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรร
ผู้นิเทศงาน	นางสาวศลิษา เผือกเนียม , นายวัฒน์พงศ์ ปุริโส
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรมการผลิตเป็นผลสืบเนื่องมาจากหลายปีที่ผ่านมาที่อุตสาหกรรมต้องการแรงงานจำนวนมากในการผลิตเพื่อให้ได้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในการใช้แรงงานมนุษย์นั้นก็มีข้อจำกัดอยู่ในหลายด้าน เช่น คุณภาพของชิ้นงานไม่คงที่ เพราะขึ้นกับความชำนาญของแต่ละบุคคลและงบประมาณในการจ้างแรงงานที่ไม่มีขีดจำกัด เป็นต้น ดังนั้นอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเล็งเห็นถึงความสำคัญในการนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาเพื่อพัฒนาและปรับปรุงระบบการผลิต โดยการนำเอาหุ่นยนต์เข้ามาทำงานทดแทน ทำให้ผู้ผลิตสามารถลดข้อจำกัดจากแรงงานมนุษย์ รวมถึงได้จำนวนและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่มากขึ้นอีกด้วย

ในโรงงานได้ผลิตส่วนประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เครื่องพิมพ์และอุปกรณ์เก็บข้อมูล เป็นต้น โดยจะใช้หุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่เพื่อจับชิ้นงาน ซึ่งผลิตภัณฑ์จะถูกลำเลียงมาโดยใช้สายพานลำเลียงและการที่หุ่นยนต์จะสามารถจับผลิตภัณฑ์ได้นั้นจะต้องติดอุปกรณ์เสริมตรงบริเวณหัวของหุ่นยนต์ ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบหัวจับผลิตภัณฑ์ว่าควรมีรูปร่างและขนาด เป็นอย่างไร รวมถึงพิจารณาว่าควรจับบริเวณไหนของผลิตภัณฑ์ที่จะไม่สร้างความเสียหายและรอยขีดข่วนบนผลิตภัณฑ์ด้วย ซึ่งการที่ผลิตภัณฑ์ถูกนำมาวางบนสายพานลำเลียงนั้น ไม่รู้ว่าถูกวางที่เดิมไหมหรือวางถูกด้านไหม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการออกแบบตัวยึดชิ้นงานที่วางบนสายพานลำเลียง เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถจับผลิตภัณฑ์ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ตัวยึดชิ้นงาน หุ่นยนต์ หัวจับ ออกแบบ

Thesis Title	Fixture and Gripper Design for Carrying and Putting in Welding Machine
Student	Mr. Kasidith Kumpanan
Student ID	56120002
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2016
Advisor	Dr. Vilailuck Siriwongrungson
Mentor	Ms. Salisa Phuakneam , Mr. Watthanapong Puriso
Company	Cal-Comp Electronics (Thailand) Public Company Limited

ABSTRACT

Automation development in processing of various industries has been improved over the past decade from the need of a lot of labor to provide enough output to meet the demand of customers. As a result, there is limitation of labor force such as unstable product quality, which depends on skills of each labor; and indefinite hiring budget. Automation development is attracted by manufacturers because the replacement of people by robot has better advantages for industries.

In addition, the number and quality of product are steadily increased. Printer and external hard-disk factory use robots for moving product by using conveyors. Robots need gripper for picking and placing goods. For this reason designing of gripper is so important. Product and part shall have no damage. Thus, size and shape affect product direction. Direction of fixture is so crucial. Large damages occurred if size, shape or direction were in the wrong position. Designing have to be correct and precise without any error. Designer must make sure that products will not be damaged from fixture and gripper.

Keywords : Fixture , Robot , Gripper , Design

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทแคล-คอมป์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2559 ถึง 2 ธันวาคม 2559 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต

สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษานี้ สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องมาจากความกรุณา และได้รับความร่วมมือในการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ทั้งเพื่อนๆ รุ่นพี่จากบริษัท แคล-คอมป์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด และช่วยเหลือให้คำปรึกษา อันเป็นประโยชน์ต่อรายงานฉบับนี้ และขอขอบคุณ ดร.วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรรค์ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และแนวคิด รวมถึงยังได้ตรวจทานแก้ไขรายงานฉบับนี้จนสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายได้ด้วยดี รวมทั้ง ใคร่ขอขอบคุณ บิดา และมารดา ที่ให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ รวมทั้งคอยให้กำลังใจเสมอมา จนประสบความสำเร็จ

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการที่จัดทำขึ้นนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ และใคร่ศึกษา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ และพัฒนาในด้านอื่นๆต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอน้อมรับและนำไปแก้ไขต่อไป

กษิตติศ กุมนันท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 รายละเอียดของสถานประกอบการ.....	3
1.7 โครงสร้างของรายงานสหกิจ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 เกี่ยวกับการออกแบบ.....	6
2.1.1 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	6
2.1.2 ทำความรู้จักโปรแกรม Solidworks	8
2.1.3 ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety).....	10
2.2 เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง	10
2.2.1 แขนกลอุตสาหกรรม (Industrial Robot Arms).....	10
2.2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Solenoid Valve.....	12
2.2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Reed Switch.....	15
2.2.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Air Cylinder.....	17
2.2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับท่อลม	21
2.2.6 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตัวปรับแรงดันลม (Air Regulator).....	23
2.2.7 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวาล์วปรับอัตราการไหล (Flow Control Valves).....	24
2.3 เกี่ยวกับการขึ้นรูปและวัสดุที่ใช้ทำ	25
2.3.1 3D Printer คืออะไร	25
2.3.2 ทำความรู้จักเส้นพลาสติกที่ใช้กับ 3D Printer.....	27
2.3.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ POM	30
2.3.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Bakelite	31
2.3.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอลูมิเนียม (Aluminium).....	32

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ.....	37
3.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล.....	37
3.2 การวาง Layout	39
3.3 การออกแบบหัวจับ	41
3.4 การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine	47
3.5 การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Venus.....	53
บทที่ 4 ผลการทดลอง	59
4.1 การทดลองที่ 1	59
4.2 การทดลองที่ 2	60
4.3 การทดลองที่ 3	61
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	63
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	63
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	63
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา.....	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก.....	66
ภาคผนวก ก แบบ 2D หัวจับ.....	67
ภาคผนวก ข แบบ 2D ตัวยึดชิ้นงาน.....	72
ภาคผนวก ค คู่มือการใช้โปรแกรม XYZware Pro	78

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน.....	2
2.1 การเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้า.....	13
2.2 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสุบชนิดทำงานทิศทางเดียว.....	18
2.3 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสุบชนิดทำงานสองทิศทาง.....	19
4.1 ผลการทดลองจากการจับและปล่อย Citrine.....	59
4.2 ผลการทดลองจากการจับและปล่อย Venus.....	60
4.3 ผลการทดลองจากการเปลี่ยนความเร็วตอนจับ Citrine.....	60
4.4 ผลการทดลองจากการเปลี่ยนความเร็วตอนจับ Venus.....	61
4.5 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ไปจับ Citrine และนำออกมา.....	62
4.6 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ไปจับ Venus และนำออกมา.....	62



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 แสดงป้ายบริษัทที่จังหวัดเพชรบุรี.....	3
1.2 แสดงบริเวณภายในโรงงานที่เพชรบุรี.....	4
2.1 องค์ประกอบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม.....	7
2.2 Solidworks.....	8
2.3 แขนกล UR robot.....	10
2.4 องค์ประกอบของแขนกล.....	11
2.5 การเคลื่อนที่ของส่วนต่างๆของแขนกล.....	12
2.6 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว.....	12
2.7 แสดงโครงสร้างของโซลินอยด์.....	13
2.8 วาล์ว 2/2.....	13
2.9 วาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว.....	14
2.10 การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย.....	14
2.11 การสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก ณ จุดต่างๆ.....	15
2.12 การปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว.....	15
2.13 รีดสวิตช์.....	15
2.14 การทำงานของรีดสวิตช์.....	16
2.15 แสดงตัวอย่างรีดสวิตช์.....	16
2.16 แสดงองค์ประกอบภายในและหลักการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว.....	17
2.17 แสดงการสั่งงานให้กระบอกสูบทางเดียว.....	17
2.18 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบทางเดียว.....	17
2.19 แสดงสัญลักษณ์ของกระบอกสูบทางเดียวแบบปกติเข้าและปกติออก.....	18
2.20 แสดงองค์ประกอบภายในของกระบอกสูบสองทาง.....	19
2.21 แสดงหลักการทำงานภายในของกระบอกสูบสองทางเมื่อจ่ายลมอัดภายใน.....	19
2.22 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง.....	19
2.23 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทางที่มีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก.....	20
2.24 ตัวอย่างการใช้งานกระบอกสูบสองทางและทางเดียวในเครื่องปั๊มขึ้นรูป.....	20
2.25 แสดงตัวอย่างกระบอกสูบชนิดต่างๆ.....	21
2.26 ท่อลม.....	21
2.27 ท่อลมที่ทำจากโพลียูรีเทน.....	22
2.28 ตัวปรับแรงดันลม.....	23
2.29 แสดงการทำงานของตัวปรับแรงดันลม.....	23
2.30 แสดงสัญญาณลักษณะและการทำงานภายในของวาล์วปรับอัตราการไหล.....	24
2.31 แสดงวาล์วปรับอัตราการไหลแบบติดตั้งที่กระบอกสูบ.....	24
2.32 แสดงวาล์วปรับอัตราการไหลแบบควบคุมด้วยกลไก.....	24
2.33 กระบวนการพิมพ์ 3 มิติ.....	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.34 เส้นพลาสติกที่ใช้กับ 3D Printer.....	27
2.35 งานที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ.....	29
2.36 การเก็บรักษาเส้นพลาสติกที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ.....	30
2.37 POM.....	30
2.38 Bakelite.....	31
2.39 Aluminium.....	32
2.40 การผลิตอลูมิเนียม.....	33
3.1 ชิ้นงานที่ชื่อ Citrine	37
3.2 ชิ้นงานที่ชื่อ Venus.....	38
3.3 เครื่องไว้สำหรับเชื่อมชิ้นงานที่ชื่อ Citrine ที่เป็น 2 ชั้นประกบกัน.....	38
3.4 เครื่องไว้สำหรับเชื่อมชิ้นงานที่ชื่อ Venus ที่เป็น 2 ชั้นประกบกัน.....	38
3.5 แบบจำลองสายการผลิตทั้งสายแบบ Manual.....	39
3.6 แบบจำลองสายการผลิตด้านบนแบบอัตโนมัติ.....	40
3.7 แบบจำลองสายการผลิตด้านหน้าแบบอัตโนมัติ.....	40
3.8 แบบจำลองสายการผลิตด้านข้างแบบอัตโนมัติ.....	41
3.9 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	41
3.10 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	41
3.11 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	42
3.12 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	42
3.13 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	42
3.14 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	43
3.15 แบบ 3D ของ Cylinder ที่ใช้เป็นตัวจับและปล่อย.....	43
3.16 แบบ 3D ของหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	43
3.17 ชิ้นส่วนหัวจับในโปรแกรม XYZware Pro.....	44
3.18 ประกอบหัวจับที่ใช้งานจริงเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	44
3.19 ติดแผ่น ESD ทั้ง 2 ข้าง.....	45
3.20 แสดงการจับชิ้นงานที่ชื่อ Citrine	45
3.21 แสดงการจับชิ้นงานที่ชื่อ Venus.....	46
3.22 ติดหัวจับตรงหัวหุ่นยนต์.....	46
3.23 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	47
3.24 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	47
3.25 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	48
3.26 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	48
3.27 แบบ 3D แสดงตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	48
3.28 ลักษณะชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ในโปรแกรม XYZware Pro.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.29 ลักษณะชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ในโปรแกรม XYZware Pro	49
3.30 ลักษณะชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ในโปรแกรม XYZware Pro	50
3.31 ชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูป.....	50
3.32 ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	51
3.33 นำตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน.....	51
3.34 ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้งานจริงเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	52
3.35 นำตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้งานจริงมาทดลองใช้งาน.....	52
3.36 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks	53
3.37 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks	53
3.38 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks	54
3.39 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks	54
3.40 แบบ 3D แสดงตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks.....	54
3.41 ชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ในโปรแกรม XYZware Pro.....	55
3.42 ชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ในโปรแกรม XYZware Pro.....	55
3.43 ชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ในโปรแกรม XYZware Pro.....	56
3.44 ชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูป	56
3.45 ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	57
3.46 นำตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน	57
3.47 ประกอบ ตัวยึดชิ้นงาน ของ Venus ที่ใช้งานจริงเสร็จเรียบร้อยแล้ว.....	58
3.48 นำตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้งานจริงมาทดลองใช้งาน	58
ก.1 แสดงชิ้นส่วนและจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบหัวจับ	68
ก.2 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ.....	68
ก.3 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ.....	69
ก.4 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ.....	69
ก.5 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ.....	70
ก.6 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ.....	70
ก.7 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ.....	71
ข.1 แสดงชิ้นส่วนและจำนวนที่ใช้ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine	73
ข.2 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine.....	73
ข.3 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine.....	74
ข.4 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine.....	74
ข.5 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine.....	75
ข.6 แสดงชิ้นส่วนและจำนวนที่ใช้ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Venus.....	75
ข.7 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus	76
ข.8 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข.9 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus	77
ข.10 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus.....	77
ค.1 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ รุ่น da Vinci 1.0 Pro.....	79
ค.2 กด Save As	79
ค.3 เลือกเป็น STL(*.stl).....	80
ค.4 กด option	80
ค.5 ปรับ Deviation ให้ไฟล์ STL ละเอียด	81
ค.6 กด Save ไฟล์.....	81
ค.7 XYZware for Pro.....	82
ค.8 หน้าตาโปรแกรม XYZware for Pro	82
ค.9 กด Import	83
ค.10 เปิดไฟล์ STL.....	83
ค.11 แสดงไฟล์ที่เปิด	84
ค.12 กด View ดูมุมมอง.....	84
ค.13 กด Move เพื่อเคลื่อน.....	85
ค.14 กด Rotate เพื่อหมุน.....	85
ค.15 ตั้งค่าตรง [Printer Profile] และ [Temperature].....	86
ค.16 ตั้งค่าตรง [Layer] [Shell Thickness] และ [Infill].....	86
ค.17 ตั้งค่าตรง [Raft & Brim] และ [Supports].....	87
ค.18 กด Print.....	87
ค.19 กดกากบาท.....	88
ค.20 กด Import.....	88
ค.21 กด Print.....	89

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ประวัติของสถานประกอบการ และโครงสร้างของรายงานการปฏิบัติการสหกิจ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัตินั้นได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในโรงงานที่เป็นอุตสาหกรรมมากขึ้น ซึ่งกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัตินั้นทำให้กระบวนการผลิตเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและมีคุณภาพ ดังนั้นจึงต้องนำเอาเครื่องมือที่สามารถลดเวลาในการผลิตและลดต้นทุนในการผลิตเข้ามาใช้ เพื่อที่จะได้เพิ่มศักยภาพของการผลิตให้สูงมากยิ่งขึ้น

ช่วงหลายปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมต้องการแรงงานที่มีความชำนาญจำนวนมาก ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในปัจจุบันแรงงานที่มีความชำนาญจำนวนมาก และยังมีความต้องการจำนวนของสินค้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้แรงงานของมนุษย์มีข้อจำกัดหลายด้าน ทั้งความละเอียด ความประณีต ความรวดเร็ว และประสิทธิภาพ ดังนั้นอุตสาหกรรมต่างๆ จึงนำระบบอัตโนมัติ (Automation) เข้ามาพัฒนาและปรับปรุงข้อจำกัดของมนุษย์ โดยเริ่มจากการใช้สายพาน (Conveyor) ลำเลียงสินค้าจนกระทั่งใช้หุ่นยนต์ (Robot) ในการหยิบสินค้าและใส่สินค้า ซึ่งการที่หุ่นยนต์ จะหยิบหรือใส่สินค้าได้จะต้องออกแบบหัวจับ (Gripper) ว่าควรมีรูปร่างและขนาดเป็นอย่างไร ถึงจะสามารถหยิบหรือใส่สินค้าได้ และจะต้องพิจารณาว่าควรหยิบบริเวณไหนของสินค้าเพื่อไม่สร้างความเสียหายและรอยขีดข่วนบนสินค้า เนื่องจากสินค้านั้นได้ถูกนำมาวางบนสายพานลำเลียง ซึ่งไม่รู้ว่่าตอนวางได้วางที่ตำแหน่งเดิมไหมหรือวางถูกด้านไหม ดังนั้นจึงต้องทำการออกแบบตัวยึดชิ้นงาน (Fixture) ที่จะเป็นตัวบอกตำแหน่งในการวางสินค้าและวางด้านไหนถึงจะถูก และจะใช้ตัวยึดชิ้นงานวางบนสายพานลำเลียงแทนที่จะวางสินค้าบนสายพานลำเลียงเลย เพื่อที่จะได้ให้หุ่นยนต์สามารถหยิบผลิตภัณฑ์ได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 ออกแบบหัวจับให้สามารถจับและปล่อยชิ้นงาน โดยไม่ร่วงและไม่สร้างความเสียหายบนชิ้นงาน

1.2.2 ออกแบบตัวยึดชิ้นงานให้สามารถนำชิ้นงานมาวางได้ โดยไม่ขยับและไม่สร้างความเสียหายต่อชิ้นงาน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 หัวจับสามารถจับชิ้นงานได้โดยไม่ร่วงและไม่สร้างความเสียหายบนชิ้นงาน ซึ่งชิ้นงานมี 2 แบบ ดังนั้นจะต้องออกแบบหัวจับให้สามารถจับชิ้นงานได้ทั้ง 2 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ตัวยึดชิ้นงานสามารถใส่ชิ้นงานได้โดยชิ้นงานไม่ขยับและไม่สร้างความเสียหายบนชิ้นงาน ซึ่งชิ้นงานมี 2 แบบ ดังนั้นจะต้องออกแบบตัวยึดชิ้นงาน 2 แบบให้เหมาะสมกับชิ้นงานแต่ละแบบ

1.4 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

ในการดำเนินการออกแบบหัวจับและตัวยึดชิ้นงานนั้น ในส่วนของหัวจับที่เป็นตัวจับชิ้นงานและเป็นส่วนที่ติดกับหัวหุ่นยนต์ ในช่วงแรกจะเป็นการไปวัดขนาดกายเครื่องว่ามีขนาดเท่าไรเพื่อที่จะได้นำไปออกแบบหัวจับ ว่าควรมีรูปร่างเป็นอย่างไรและมีขนาดเท่าไร ซึ่งหัวจับนี้จะต้องออกแบบมาให้สามารถจับชิ้นงานได้ทั้ง 2 แบบและในส่วนของตัวยึดชิ้นงานที่เป็นตัวยึดชิ้นงานไม่ให้ขยับ เริ่มจากการวัดขนาดของชิ้นงานว่ามีขนาดเท่าไรแล้วนำมาออกแบบว่าควรจะทำตรงส่วนไหนของชิ้นงาน จากนั้นทำการทดลองระบบและบันทึกผลการทดลองที่ได้ สุดท้ายนำผลที่ได้มาสรุปผลการทดลอง ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงานนี้ เป็นไปดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนในการดำเนินงาน	ระยะเวลาในการดำเนินงาน			
		ส.ค.	ก.ย.๖๖	ต.ค.	พ.ย.
1	วัดขนาดภายในเครื่อง				
2	ออกแบบหัวจับ				
3	ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ				
4	ทำการทดลองหัวจับและแก้ไข				
5	ให้ทางโรงงานขึ้นรูปงานจริง				
6	ออกแบบตัวยึดชิ้นงาน				
7	ขึ้นรูปโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ				
8	ทำการทดลองตัวยึดชิ้นงานและแก้ไข				
9	ให้ทางโรงงานขึ้นรูปงานจริง				
10	สรุปผลการทดลอง				

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้เรียนรู้การทำงานในสายการผลิตจริง
- 1.5.2 ได้เรียนรู้การใช้โปรแกรม Solidworks ในการออกแบบ
- 1.5.3 ได้เรียนรู้วิธีการออกแบบที่รวดเร็ว
- 1.5.4 ได้เรียนรู้ชื่ออุปกรณ์และวิธีการใช้อุปกรณ์
- 1.5.5 ได้เรียนรู้วิธีใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ
- 1.5.6 ได้เรียนรู้การใช้โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม Robot คือ UR Robot
- 1.5.7 สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปพัฒนาหรือประยุกต์ใช้กับงานด้านอื่นๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 รายละเอียดสถานประกอบการ

บริษัท แคล - คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเมื่อปี 2543 โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า CCET ในปี 2546 บริษัทได้จดทะเบียนซื้อขาย TDR (Taiwan Depository Receipts) ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยได้วัน โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า 9105 บริษัทฯ เป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในรูปแบบของ OEM (Original Equipment Manufacturing) และ ODM (Original Design Manufacturing) ทั้งยังเป็นผู้นำด้านการบริการการผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์ Electronics Manufacturing Services (EMS) ทำให้บริษัทฯ สามารถผลิตสินค้าที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั่วทุกมุมโลก

มากกว่า 22 ปีที่บริษัทฯ มีประสบการณ์ทางด้านการผลิตในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้รับการยอมรับจากลูกค้าชั้นนำทั่วโลก ทั้งความแม่นยำในแผนการผลิต, 6 ซิกม่า, TQM (Total Quality Control) ระบบโรงงานจำลอง ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี, ขั้นตอนการตรวจสอบที่รัดกุมและมีคุณภาพ, วิเคราะห์อัตราความเสียหายซ้ำของผลิตภัณฑ์, ความระมัดระวังในการทำงานของพนักงาน ซึ่งทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน จึงทำให้บริษัทฯ ได้รับการยอมรับในด้านการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพจากสถาบันในประเทศและต่างประเทศ โดยบริษัทเป็นผู้ผลิตรายแรกๆ ในประเทศไทยที่ได้รับใบรับรองมาตรฐาน ISO 9002, ISO 14001, QS 9000 และ IEC17025



รูปที่ 1.1 แสดงป้ายบริษัทที่จังหวัดเพชรบุรี

1.6.1 ประวัติของสถานประกอบการ

บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) (“บริษัทฯ”) ก่อตั้งด้วยทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 125 ล้านบาท เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 เพื่อผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Manufacturing Services: EMS) ปัจจุบันเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัทฯ บริษัทฯ มีทุนจดทะเบียน 4,277,556,192 บาท และ มีทุนชำระแล้วทั้งสิ้น 4,085,064,192 บาท



รูปที่ 1.2 แสดงบริเวณภายในโรงงานที่เพชรบุรี

บริษัทฯ ประกอบธุรกิจผลิต (OEM) ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ให้กับเจ้าของผลิตภัณฑ์ชั้นนำของโลกหลายบริษัท เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ที่บริษัทฯ ผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

- อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ชนิดพ่นหมึก เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ เครื่องพิมพ์ multi-function เครื่องพิมพ์กระดาษต่อเนื่อง เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ เมนบอร์ด External hard disk และแผงวงจร PC สำหรับ hard disk เป็นต้น
- อุปกรณ์โทรคมนาคม ได้แก่ รับส่งสัญญาณดาวเทียม เครื่องหูฟังโทรศัพท์มือถือระบบไร้สาย (Bluetooth) เป็นต้น

ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2555 บริษัทฯ มีพนักงานทั่วโลกทั้งสิ้น 16,937 คน โดยแบ่งออกเป็น พนักงานในประเทศจีนจำนวน 5,547 คน ในไทยจำนวน 6,994 คน ในไต้หวันจำนวน 1,068 คน ในมาเลเซียจำนวน 678คน ในบราซิลจำนวน1,345 คนในเม็กซิโกจำนวน 890 คน ในสหรัฐอเมริกาจำนวน 258 คน ในสิงคโปร์จำนวน 61 คนและในฟิลิปปินส์จำนวน 96 คน

บริษัทฯ ได้รับการส่งเสริมการลงทุนในกิจการประเภท 5.4, 5.5, 5.6 และ 5.7 อุตสาหกรรมการผลิต ผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ และ ผลิตชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ อิเล็กทรอนิกส์ จากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ใช้สิทธิประโยชน์การส่งเสริมการลงทุนจากสำนักงาน จำนวน 8 โครงการ นอกจากนี้ยังมี บริษัท Avaplas (Thailand) Limited ซึ่งได้รับการส่งเสริมการลงทุนในโครงการสำหรับการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกสำหรับสินค้าอิเล็กทรอนิกส์อีก 3 โครงการด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.2 วิสัยทัศน์ของสถานประกอบการ

สามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในธุรกิจ Electronics Manufacturing Services (EMS) อีกทั้งขยายฐานธุรกิจเข้าสู่อุตสาหกรรมแบบ Original Design Manufacturing (ODM) เพื่อเพิ่มคุณภาพสินค้าและสร้างความยั่งยืนในอนาคตให้กับธุรกิจได้

1.7 โครงสร้างของรายงานสหกิจ

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ประวัติของสถานประกอบการ และโครงสร้างของรายงานการปฏิบัติการสหกิจ

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยจะนำเสนอทฤษฎีของอุปกรณ์ที่ใช้และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยนี้

บทที่ 3 ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาและรวบรวมข้อมูล การวาง Layout การออกแบบหัวจับ การออกแบบตัวยึดชิ้นงาน การขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ประกอบชิ้นส่วนที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ เองงานที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติมาทดลอง ขึ้นรูปงานจริง ประกอบชิ้นส่วนงานจริง เองงานจริงมาทดลอง ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ

บทที่ 4 ผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง โดยจะทดสอบในส่วนของหัวจับและตัวยึดชิ้นงานเป็นหลัก ซึ่งจะทดสอบในเรื่องของการจับและปล่อยชิ้นงาน ความเร็วตอนเคลื่อนที่ขณะจับชิ้นงานอยู่ ตัวยึดชิ้นงานอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ โดยหัวจับจะติดอยู่กับหัวหุ่นยนต์ ซึ่งชิ้นงานนั้นจะมี 2 แบบคือ Citrine และ Venus โดยชิ้นงานทั้ง 2 แบบนั้นจะแยกเป็น 2 ชั้นที่ประกบกัน ซึ่งส่วนที่หัวจับได้จับจะเป็นส่วนตัวถังและส่วนด้านบนเป็นฝาครอบวางประกบ ดังนั้นเวลาเคลื่อนที่ไปมา ชิ้นงานทั้ง 2 แบบ จะต้องไม่หล่นและตอนจับจะไม่สร้างความเสียหายและรอยขีดข่วนให้แก่ชิ้นงานทั้ง 2 แบบ

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวสรุปผลการทดลองต่างๆ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำการวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดของโครงการ

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยจะนำเสนอทฤษฎีของอุปกรณ์ที่ใช้และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยนี้ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

2.1) เกี่ยวกับการออกแบบ

- 2.1.1) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม
- 2.1.2) ทำความรู้จักโปรแกรม Solidworks
- 2.1.3) ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety)

2.2) เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

- 2.2.1) แขนกลอุตสาหกรรม (Industrial Robot Arms)
- 2.2.2) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Solenoid Valve
- 2.2.3) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Reed Switch
- 2.2.4) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Air Cylinder
- 2.2.5) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับท่อลม
- 2.2.6) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตัวปรับแรงดันลม (Air Regulator)
- 2.2.7) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวาล์วปรับอัตราการไหล (Flow Control Valves)

2.3) เกี่ยวกับการขึ้นรูปและวัสดุที่ใช้ทำ

- 2.3.1) 3D Printer คืออะไร
- 2.3.2) ทำความรู้จักเส้นพลาสติกที่ใช้กับ 3D Printer
- 2.3.3) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ POM
- 2.3.4) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Bakelite
- 2.3.5) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอลูมิเนียม (Aluminium)

2.1) เกี่ยวกับการออกแบบ

2.1.1) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1. ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)

เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจและได้ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2) ทำความรู้จักโปรแกรม Solidworks



รูปที่ 2.2 Solidworks

SolidWorks พัฒนาขึ้นในปี 1995 โดยบริษัท Dassault System ในฝรั่งเศส เป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้พนักงานออกแบบใช้ เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างตัวอย่างผลิตภัณฑ์จำลองใน Computer ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ต้นแบบจริง โดยตัวซอฟต์แวร์จะจัดอยู่ในตระกูล CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D Solid Models เป็นแบบงานแยกชิ้น (Part) และแบบงานประกอบ (Assembly) เพื่อนำไปสร้างเป็น 2D Standard Engineering (CADD = Computer Aided Design and Drafting)

โปรแกรม Solidworks เป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูงมาก คือ สามารถที่จะทำงานมากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่ต้องขึ้นเป็น solid หรือ surface ก็มีเครื่องที่รองรับเป็นอย่างดี เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สามารถที่จะประกอบชิ้นงานได้ใน Mode ของชุดคำสั่ง Assembly รวมทั้งผู้ต้องการ Drawing ของชิ้นงาน ก็เพียงลากชิ้นงานมาวางในใบงานแล้วขนาด จะมองเห็นได้ว่าผู้ใช้งานสามารถที่จะประหยัดเวลาในการทำงานและสนุกกับการทำงานอีกด้วย ประสิทธิภาพการทำงาน

ประสิทธิภาพของ SolidWorksเป็นการเจาะลึกให้นักออกแบบสามารถสร้างชิ้นงานจำลองทางด้าน Mechanical Engineering Design ได้อย่างสมบูรณ์แบบ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการคำนวณทางวิศวกรรม และการตรวจสอบความผิดพลาดของ 3D Solid Models เพื่อลดต้นทุนในการผลิต และลดระยะเวลาการทำงานในการออกแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานในบริษัทและองค์กร

ลักษณะการทำงาน

SolidWorksแบ่งหมวดการทำงานหลักออกเป็น 3 หมวดคือ Part, Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวดมีลักษณะการใช้งานดังนี้

Part Mode

เป็นหมวดการทำงานเริ่มต้นก่อนที่จะก้าวสู่การทำงานในหมวด Assembly และ Drawing ในขั้นนี้จะมีการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การใช้ 2D Sketch เพื่อนำไปสู่การสร้างเป็น 3D Feature และมีเงื่อนไขเป็น Feature-Based Modeling และ Parametric โดยมีการอ้างอิงจาก Solid Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Feature-Based Modeling คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ให้สามารถทราบถึงคุณสมบัติต่างๆของ Solid Model ที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไข Model ในลำดับการทำงานแต่ละขั้นได้ง่ายและรวดเร็ว
2. Parametric Model คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ซึ่งใช้เงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขขนาดรูปร่าง ทางเรขาคณิตของ Model ที่สร้างขึ้นมา
3. Solid Model คือ แบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงค่าต่างๆ เช่น Density , Material , Mass , Weight เป็นต้น และยังสามารถมองเห็น 3D Model ได้ทุกมุมมอง

Assembly Mode

เป็นหมวดการทำงานเพื่อนำ Part Model เข้าไปประกอบเป็นเครื่องจักรกลหรือกลไกต่างๆ และมีเงื่อนไขเป็น Feature Base และ Parametric เช่นเดียวกับ Part Model โดย Part Model และ Assembly จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทำการแก้ไขในหมวดใดอีกหรือมีการประกอบที่ซ้อนหรือทับกันหมวดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการแก้ไขไปด้วยการทำงานใน Assembly สามารถช่วยให้นักออกแบบหรือวิศวกรสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการสร้าง Part ได้โดยการใช้คำสั่งต่างๆ เช่น คำสั่ง Interference Detection เพื่อตรวจสอบการขัดกันเมื่อมีการเคลื่อนที่ โดยใช้คำสั่ง Move Component เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของกลไก คำสั่ง Simulation เพื่อจำลองต้นกำลังในการทำงานจริงของเครื่องจักร หรือหากชิ้นงานจำลองที่ออกแบบมีข้อผิดพลาด ก็สามารถแก้ไข Part ใน Assembly ได้เลย ทำให้การออกแบบเป็นเรื่องง่าย และผู้ออกแบบจะสนุกกับการทำงาน Design การทำงานใน Assembly Mode มีลักษณะการทำงาน 2 กรณีได้แก่

1. Bottom-Up Assembly คือ การนำ 3D Models ต่างๆ ที่สร้างเสร็จแล้วใน Part Mode ไปวางในหน้าต่าง Assembly เพื่อทำการประกอบ โดยการใช้คำสั่ง Mate หรือ Smart Mate ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะสมสำหรับผู้ใช้ในระดับเริ่มต้นหรือขั้น Basic
2. Top-Down Assembly คือ การสร้าง 2D Sketch เป็นโครงร่างระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ระหว่าง Part หรือการสร้าง Part ใน Assembly โดยให้มีขนาดและรูปร่างที่มีการอ้างอิงกับ Part อื่น ๆ ทั้งในส่วน Sketch และ Feature วิธีนี้เหมาะกับผู้ใช้ในระดับ Advance

Drawing Mode

เป็นหมวดการทำงานเพื่อสร้าง 2D Standard Engineering โดยในหมวดนี้เป็นการสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดตามระบบมาตรฐานต่าง ๆ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. Generative Drafting ซึ่งเป็นการสร้าง 2D Sketch และ Interaction Drafting ซึ่งเป็นการนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวางใน Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting จะมีลักษณะเป็น Parametric และ Relation เช่นกัน แต่จะไม่สามารถใช้คำสั่งใน Drawing Commands ได้ เพราะคำสั่งต่าง ๆ จะต้องอ้างอิงกับ 3D Model

2. Interaction Drafting คือ การนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวาง Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting การทำงานในหมวดนี้สามารถใช้คำสั่งจาก Annotation Command และ Drawing Command เพื่อสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดได้โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3) ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety)

ในการผลิตการออกแบบชิ้นงาน เครื่องจักร เครื่องก่อสร้าง หรือแม้แต่การขนถ่ายวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ภายในโรงงานหรือที่หน้างานก่อสร้าง เมื่อจะดำเนินการใดๆก็ตาม จะต้องมามีค่าเผื่อไว้สำหรับการออกแบบเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดแรงหรือกำลังต่างๆที่ มากระทำกับเครื่องจักรหรือเครื่องมือก่อสร้างต่างๆมีมากเกินไปกว่ากำลังที่เครื่องจักรหรือเครื่องมือก่อสร้างนั้นๆจะรับได้ค่าเผื่อดังกล่าว เรียกว่า ค่าความปลอดภัย

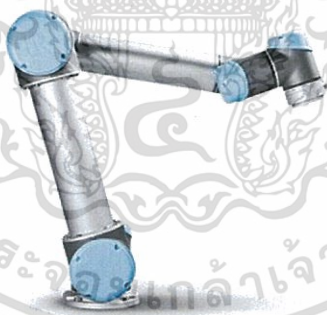
การคิดค่าความปลอดภัย

ในที่นี้จะยกตัวอย่างในการออกแบบชิ้นงานที่ทำด้วยเหล็กกล้าชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณสมบัติสามารถทนต่อแรงดึงได้ 420 MPa โดยผู้ออกแบบคิดว่าตามลักษณะการใช้งาน (โดยใช้แนวทางการทางวิศวกรรม) แล้วแรงหรือกำลังหรือที่วิศวกรเขาเรียกว่าความเค้น (Stress) ไม่ควรเกิน 140 MPa ฉะนั้น ค่าความปลอดภัยที่ได้จะเป็น $420/140 = 3$

ค่านี้มีความหมายว่าชิ้นงานจะพังก็ต่อเมื่อมีแรงหรือกำลังเป็น 3 เท่าของที่ได้วิเคราะห์ไว้มากระทำกับชิ้นงาน ค่า 3 เท่านี้เผื่อไว้ในกรณีที่เกิดความไม่สมบูรณ์ของวัสดุที่นำมาทำเป็นชิ้นงาน ซึ่งยากที่จะตรวจเจอ และเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นเกินความคาดหมายอื่นๆ

2.2) เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง

2.2.1) แขนกลอุตสาหกรรม (Industrial Robot Arms)



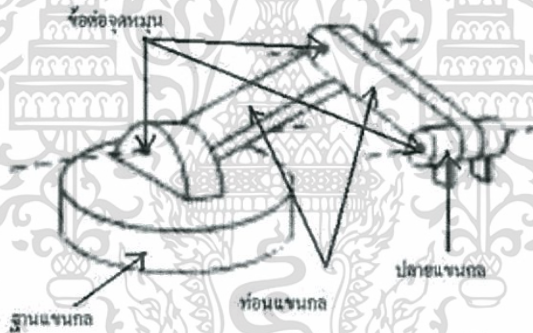
รูปที่ 2.3 แขนกล UR robot

แขนกลเป็นหุ่นยนต์ชนิดหนึ่งที่น่ามาใช้งานในวงการอุตสาหกรรมการผลิต ได้ถูกนำมาใช้แทนแรงงานมนุษย์ในงานที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง, งานที่ต้องทำซ้ำๆ กันตลอดเวลา, งานที่เป็นอันตราย, งานที่หนักและยากเกินที่มนุษย์จะทำไหว ปกติมนุษย์ก็สามารถทำงานได้ทุกอย่างแต่ข้อจำกัดของมนุษย์นั้นไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องยาวนานจะเกิดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าจึงต้องมีการพักผ่อน เมื่อคนทำงานในที่อันตรายเช่นงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีที่มีพิษ ถ้าป้องกันไม่ดีก็จะมีผลต่อสุขภาพได้ เมื่อเป็นข้อจำกัดอย่างนี้หุ่นยนต์ก็จะเข้ามามีบทบาทในการทำงานดังกล่าว และข้อดีของการที่มีหุ่นยนต์ทำงานแทนคนนั้นนอกจากที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ประสิทธิภาพการทำงานก็จะดีขึ้น, มีความแน่นอน แม่นยำ, สามารถทำงานผลิตได้โดยไม่ต้องพัก, จำนวนชิ้นงานที่ทำก็มากขึ้น, ทำงานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยไม่มีวันหยุด ส่วนข้อเสียก็มี เช่นมีราคาสูง ต้องมีผู้เชี่ยวชาญในการควบคุมหุ่นยนต์ ไม่เหมาะในโรงงานที่กำลังผลิตน้อย

แขนกลอุตสาหกรรมที่เราพบเห็นได้โดยทั่วไปเช่น ในโรงงานผลิต ประกอบรถยนต์, งานเชื่อมอุตสาหกรรม, งานประกอบเครื่องจักร, งานในโรงงานผลิตเหล็ก, งานเกี่ยวกับคลังสินค้าขนาดใหญ่ และอื่น ๆ อีกมากมาย

แขนกลอุตสาหกรรมนั้นมีส่วนประกอบอยู่หลายส่วนได้แก่ ฐาน (Base) ของหุ่นยนต์, ท่อนขึ้นส่วนที่เป็นแขนกล, ข้อต่อจุดหมุน (Joints) ตามขึ้นส่วนที่ต่อกัน, ปลายของแขนกลที่ใช้ทำงาน ยกตัวอย่างเช่นมือคีบจับ, หัวเชื่อม, อุปกรณ์ประกอบขึ้นส่วน, ปืนพ่นสี, หัวเจาะ ฯลฯ คอมพิวเตอร์ที่มาควบคุมแขนกลนั้นจะทำหน้าที่ควบคุมในส่วนที่เป็นมอเตอร์แบบสเต็ป (Step motors: เป็นมอเตอร์ที่จากมอเตอร์โดยทั่วไป กล่าวคือมอเตอร์แบบสเต็ปนั้นมีความสามารถหมุน และหยุดได้ตามความต้องการ ตามระยะที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้ และสามารถทำซ้ำ ๆ กันได้ในการเคลื่อนที่ ส่วนมอเตอร์โดยทั่วไปเมื่อป้อนพลังงานก็จะหมุนตลอด และเวลาหยุดจะหมุนฟรีไปหลายรอบซึ่งเป็นผลมาจากแรงเฉื่อย) มอเตอร์แบบ สเต็ปจึงทำให้หุ่นยนต์ได้เคลื่อนไหวได้ตามโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้ นอกจากมอเตอร์แบบสเต็ปแล้ว แขนกลที่มีขนาดใหญ่ที่นำมาใช้ในงานหนักอาจจะใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกส์ หรือมอเตอร์ลมนิวเมติกส์ แทนก็ได้ แขนกลจะมีระบบเซ็นเซอร์ไว้คอยตรวจจับการทำงานเพื่อให้หุ่นยนต์นั้นได้มีการเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง เกิดความแน่นอนในการเคลื่อนที่ของแขนกล



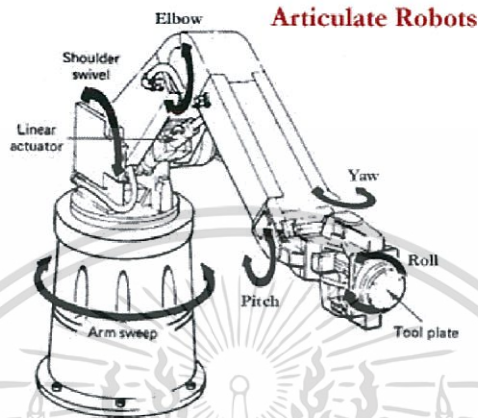
รูปที่ 2.4 องค์ประกอบของแขนกล

แขนกลอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะมีข้อต่อ 6 ข้อต่อ โดยคล้ายกับแขนของมนุษย์ที่เริ่มนับจากหัวไหล่ ข้อศอก และมือ ในหุ่นยนต์จะมีฐานหุ่นคล้ายขาเพื่อรองรับโครงสร้างที่มีกรเคลื่อนที่ เราเรียกข้อต่อจุดหมุนว่าเป็นองศาอิสระ (Degrees Of Freedom: DOF) หมายถึงมันสามารถที่จะเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระภายใต้ระยะจุดหมุนที่หมุนได้ ถ้าเปรียบเทียบกับแขนมนุษย์ที่สามารถยกแขนให้เคลื่อนที่จากตำแหน่งไปสู่ตำแหน่งหนึ่ง แขนกลก็เหมือนกันแขนกลก็สามารถเคลื่อนที่ได้จากจุดหนึ่งไปสู่จุดหนึ่งในระนาบขอบเขตรัศมีการเคลื่อนที่ ในการรับน้ำหนักของแขนกลก็จะมีเซ็นเซอร์วัดความดันบอกสถานะน้ำหนักที่รับได้ว่าเกินกำลังของหุ่นหรือไม่เมื่อน้ำหนักที่ทำงานเกินเครื่องก็จะเตือน และแขนกลก็จะไม่ทำงาน

หุ่นยนต์อุตสาหกรรมจะถูกออกแบบมาให้กับการทำงานที่ซ้ำ ๆ กันได้อย่างถูกต้อง ในขอบเขตการทำงานที่ถูกควบคุม ตามโปรแกรมที่ได้ตั้งไว้ หุ่นยนต์สามารถทำงานตามหน่วยความจำที่ถูกป้อนไว้ และสามารถทำงานได้อีกครั้ง และอีกครั้งในทุก ๆ เวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

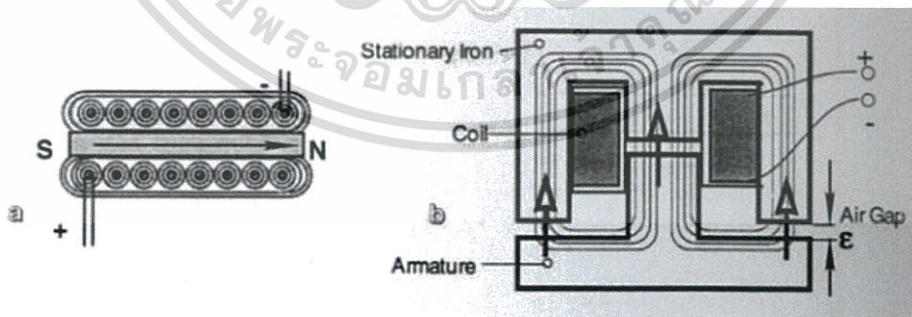
ในโรงงานอุตสาหกรรมหุ่นยนต์จะทำงานในระบบอัตโนมัติ ในสายการประกอบรถยนต์ หุ่นยนต์สามารถทำงานได้มากกว่ามนุษย์ และมีความแม่นยำมาก มันสามารถทำงานในจุดเดิม ๆ โดยไม่ผิดพลาด พวกมันสามารถใส่สลักเกลียว และสามารถขันได้ตามแรงที่กำหนด หุ่นยนต์ในโรงงานที่ผลิตอุปกรณ์จะพวกไมโครชิป จะมีความสำคัญมากในการทำงานที่มีอุปกรณ์ขนาดเล็ก มันสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่ของส่วนต่างๆของแขนกล

2.2.2) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Solenoid Valve

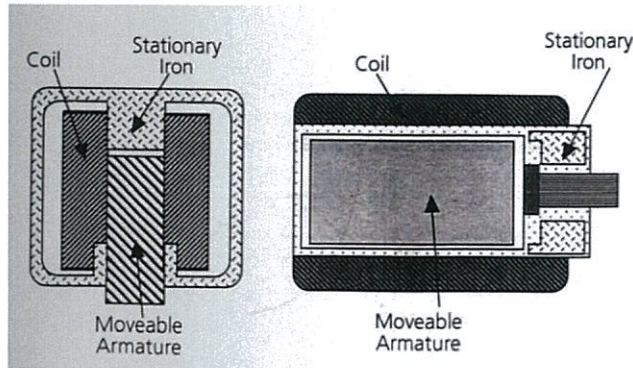
โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คืออะไร ทำงานอย่างไร ก่อนอื่นเราอยากให้ทุกท่านลองจินตนาการ หากพันขดลวดบนแกนเหล็ก แล้วจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดจนทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ ขดลวดนั้น และผลรวมของสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดเป็นขั้วเหนือ และขั้วใต้บนแกนเหล็กดังแสดงในรูป นี่คือ หลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 2.6 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว

หากพันขดลวดบนแกนรูปตัว E ซึ่งเป็นแกนเหล็กที่อยู่กับที่ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าขดลวดจะเกิดเป็นอำนาจแม่เหล็กดูดแกนเหล็กรูปตัว T ขึ้นด้านบน จากหลักการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวาล์วได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างของโซลินอยด์

กำลังที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่ง (Inrush and Holding Power)

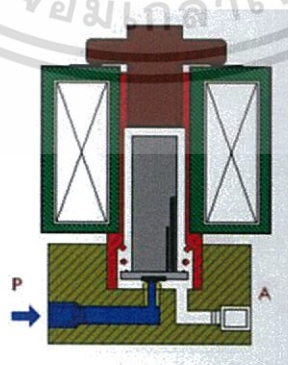
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้า

Solenoid Type frequency	Inrush Power VA		Holding Power VA		DC Power W
	50 Hz	60Hz	50Hz	60Hz	
VH	4.5	4.2	3.5	3.0	1.8
VF	5.6	5.0	3.4	2.3	1.8

ตารางด้านบนเป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้าที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่งของวาล์ว 2 รุ่น คือ VH และ VF นอกจากนี้ในกรณีที่ความถี่ต่างกัน ค่าที่ได้จากวาล์วตัวเดียวกันก็ยิ่งแตกต่างกันอีกด้วย

การเลื่อนวาล์วโดยใช้สนามแม่เหล็กโดยตรง (Direct Operation)

ตัวอย่าง : วาล์ว 2/2 เลื่อนตำแหน่งด้วยไฟฟ้ากลับสู่สภาพเดิมด้วยสปริง (รูปด้านล่าง)

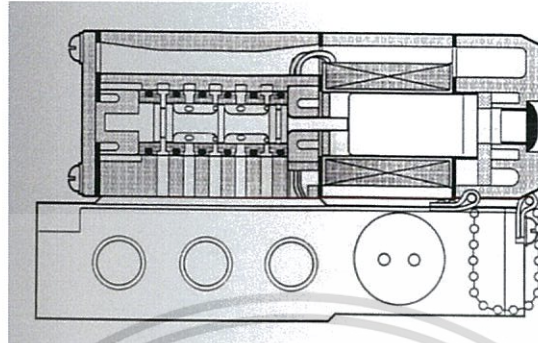


รูปที่ 2.8 วาล์ว 2/2

ในสภาพที่ปกติความดันลมจากด้านซ้ายมือไม่สามารถผ่านไปด้านมือขวาได้เนื่องจากแรงสปริงที่แกนเหล็ก (Armature) กดปิดลิ้นวาล์วอยู่แต่เมื่อไรก็ตามที่ใส่ไฟเข้าที่โซลินอยด์แกนเหล็กจะถูกอำนาจ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ผ่านการคำ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่เหล็กดูดให้เคลื่อนที่ขึ้นส่งผลให้ลิ้นวาล์ว ความดันลมสามารถผ่านไปอีกด้านหนึ่งได้ และหากตัดไฟที่โซลินอยด์ก็จะหมดอำนาจ แม่เหล็กสปริงจะดันแกนเหล็กกลับสู่สภาพปกติ

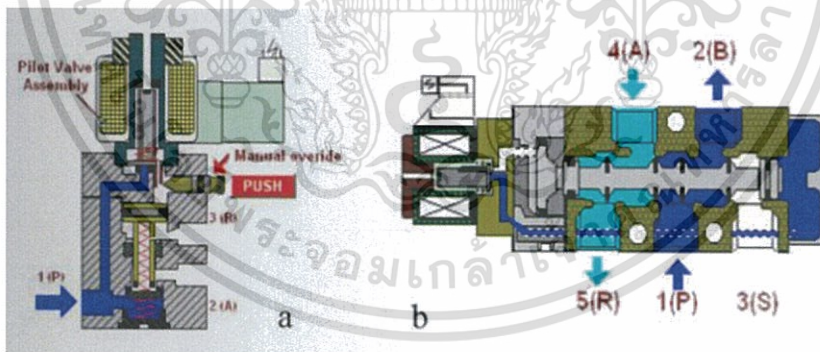
วาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว (Power Valves)



รูปที่ 2.9 วาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว

วาล์วประเภทนี้โดยส่วนมากจะใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานโดยตรง ดังนั้นความดันและปริมาณลมที่ไหลผ่านวาล์วประเภทนี้จึงค่อนข้างสูง เมื่อเป็นเช่นนี้หากใช้ไฟฟ้าเพื่อเลื่อนวาล์วโดยตรงจำเป็นต้องลดแรงเสียดทานให้น้อยลงที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้โดยในที่นี้จะใช้ Metal seal และระยะในการเลื่อนหรือเปลี่ยนตำแหน่งต้องน้อย

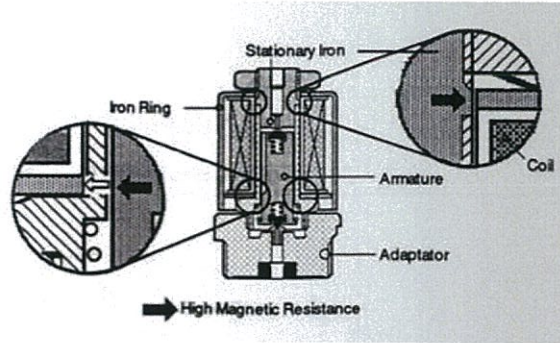
การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย (Pilot Operation)



รูปที่ 2.10 การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย

วาล์วในรูป ต้องการเทคโนโลยีขั้นสูง และระยะเวลาในการผลิต จึงเป็นเหตุให้มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นหากมาพิจารณา วาล์วที่มีโครงสร้างแบบธรรมดา แทนที่จะใช้สัญญาณไฟฟ้าเลื่อนวาล์วเพียงอย่างเดียวก็ใช้ความดันลมเป็นตัวช่วยในการเลื่อนวาล์วด้วย เพื่อเป็นการประหยัดกำลังไฟฟ้าลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก ณ จุดต่างๆ

จากรูปด้านบน จะเห็นว่าเกิดการสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก ณ จุดต่าง ๆ ดังวงกลมในภาพ นอกจากนี้ ช่องว่างอากาศทำให้เกิดเป็นค่าความต้านทานในวงจรแม่เหล็กอีกด้วย รวมทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ด้วยเหตุนี้จึงมีการปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วให้ดียิ่งขึ้นดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 2.12 การปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว

จากรูปโครงสร้างภายนอกจะทำด้วยพลาสติกที่สามารถระบายความร้อนได้ดี ส่วน “Semi-magnetic” เป็นตัวช่วยลดความต้านทานที่เกิดขึ้นในวงจรแม่เหล็ก ทำให้ประสิทธิภาพหรืออำนาจแม่เหล็กสูงขึ้น

2.2.3) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Reed Switch



รูปที่ 2.13 รีดสวิตช์

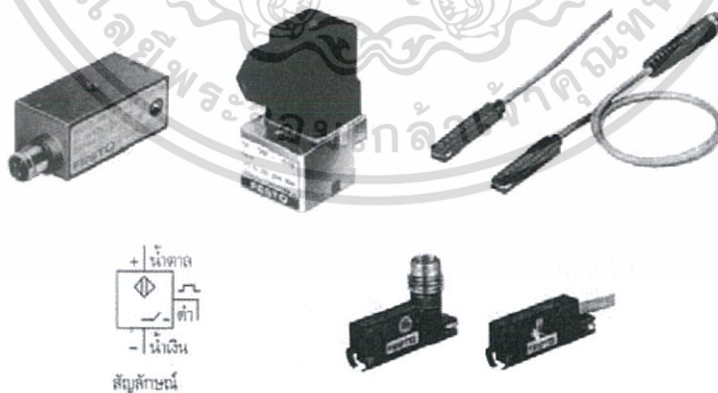
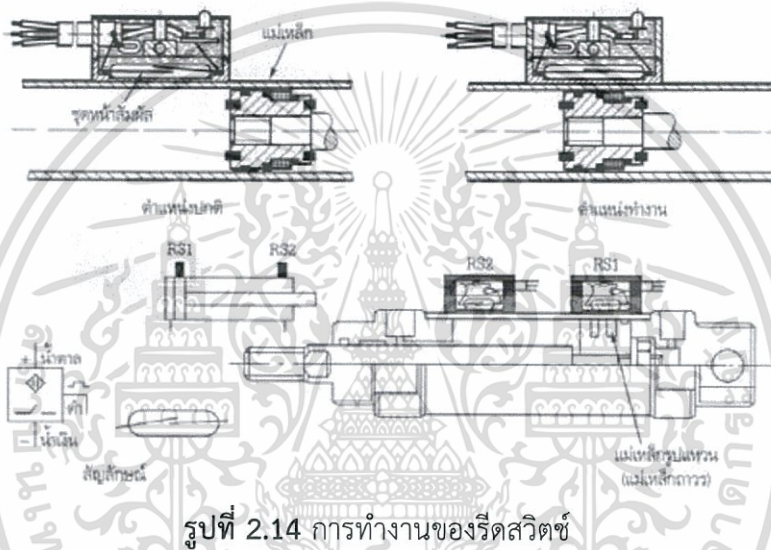
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีดสวิตช์ (reed switch) หรือสวิตช์แม่เหล็ก (magnetic switch)

รีดสวิตช์เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยไม่ต้องสัมผัส แต่อาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวสั่งการทำงาน เหมาะสำหรับใช้ในงานที่มีการตัดต่อของสวิตช์ตลอดเวลาหรือเป็นประจำ และงานที่มีปัญหาพื้นที่ในการติดตั้งลิมิตสวิตช์

ส่วนประกอบ มีปุ่มหน้าสัมผัสซึ่งทำงานด้วยสนามแม่เหล็ก และติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบชนิดพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวรรูปวงแหวนติดตั้งอยู่

การทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ทำให้แม่เหล็กที่ติดตั้งภายในผ่านรีดสวิตช์สนามแม่เหล็กจะทำให้ลูกสูบจะเหนี่ยวนำให้ปุ่มหน้าสัมผัสทั้งสองต่อถึงกัน และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับรีดสวิตช์จะหมดอำนาจแม่เหล็ก ปุ่มหน้าสัมผัสจะกลับสู่ตำแหน่งปกติ



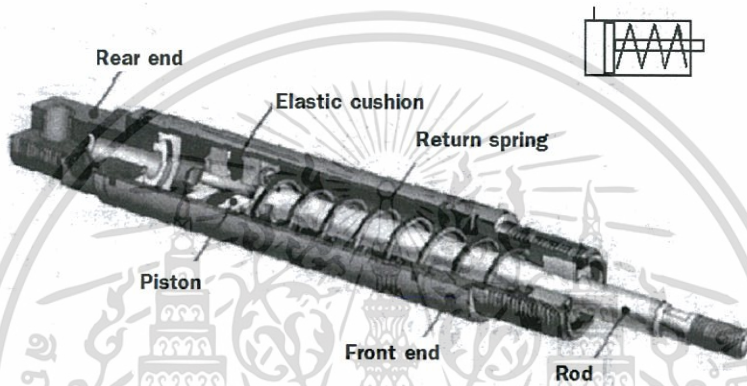
รูปที่ 2.15 แสดงตัวอย่างรีดสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

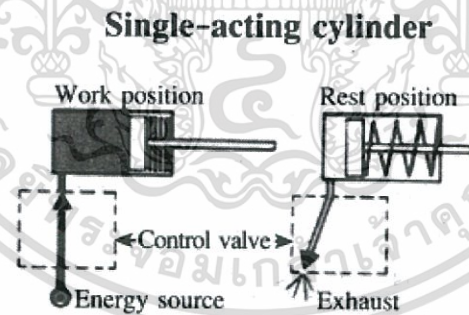
2.2.4) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Air Cylinder

กระบอกสูบทางเดียว (Single-acting cylinder)

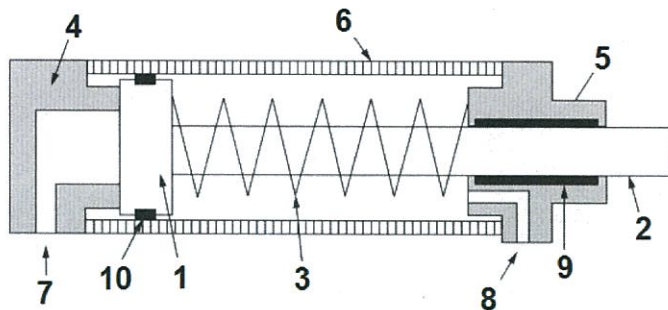
อุปกรณ์มีลักษณะเป็นทรงกระบอกภายในกลวงและมีก้านสูบที่เคลื่อนที่ไปตามแกนกลางที่ปลายก้านสูบมีซีลกันลมรั่วและมีสปริงอยู่ระหว่างก้านสูบกับกระบอกสูบดังแสดงในรูปที่ 2.16 และมีส่วนประกอบต่างดังแสดงในตารางที่ 2.2 ระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบมีค่าคงที่ขึ้นกับความยาวของกระบอกสูบ การสั่งงานให้ก้านสูบเคลื่อนที่ได้เพียงทิศทางเดียว ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกสูบในทิศทางด้านกับแรงกระทำของสปริง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่และเมื่อหยุดจ่ายลมอัดให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งปกติด้วยแรงกระทำจากสปริงดังแสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 แสดงองค์ประกอบภายในและหลักการทำงานของกระบอกสูบทางเดียว



รูปที่ 2.17 แสดงการสั่งงานให้กระบอกสูบทางเดียว



รูปที่ 2.18 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบทางเดียว (รายละเอียดดังตารางที่ 2.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทิศทางเดียว

หมายเลข	รายละเอียด
1	ลูกสูบ (piston)
2	ก้านสูบ (piston rod)
3	สปริงดันกลับ Return spring
4	ฝาครอบท้าย (base end cover)
5	ฝาครอบหัว (head end cover)
6	กระบอกสูบ (cylinder tube)
7	รูต่อลม (pressure connector)
8	บุชก้านสูบ (bush and sealing element)
9,10	ซีลลูกสูบ (piston seal)

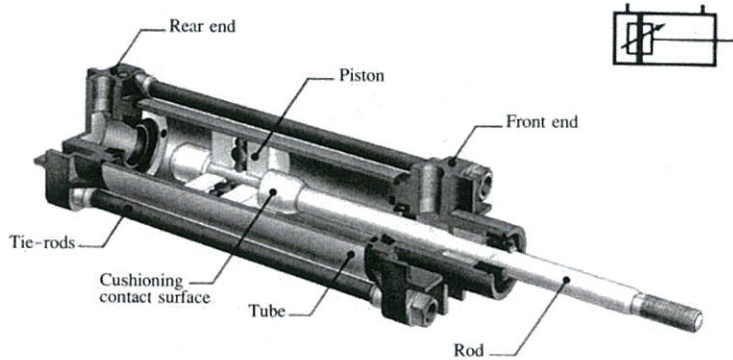
กระบอกสูบแบบทางเดียวมีให้เลือก 2 ลักษณะ คือ แบบปกติเข้า หรือแบบปกติออก ซึ่งการเข้าหรือออกขึ้นอยู่กับตำแหน่งสปริงภายใน แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แสดงสัญลักษณ์ของกระบอกสูบทางเดียวแบบปกติเข้าและปกติออก

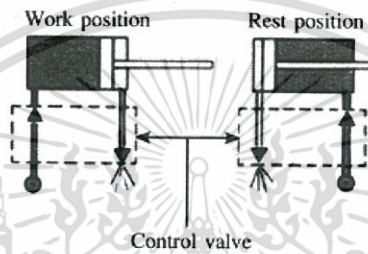
กระบอกสูบสองทาง Double-acting cylinder

กระบอกสูบชนิดนี้จะมีลักษณะการทำงานและรูปลักษณะภายนอกเช่นเดียวกับกระบอกสูบทางเดียว แตกต่างเฉพาะภายในดังรูปที่ 2.20 และสามารถสั่งงานได้ทั้งสองทิศทาง ด้วยการจ่ายลมอัดเข้ากระบอกที่หัวหรือที่ท้ายกระบอกสูบจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้าหรือออก เมื่อจ่ายลมอัดเข้าที่ท้ายกระบอกสูบจะทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกและเกิดการระบายลมที่ค้างในกระบอกสูบออก 3/4 ทางด้านหัวกระบอกสูบ แสดงการทำงานดังรูปที่ 2.21 เมื่อไม่มีลมอัดจ่ายให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะหยุดค้างอยู่ ณ ตำแหน่งสุดท้ายที่เคลื่อนที่และสามารถใช้มือดึงก้านสูบได้เคลื่อนไปมาได้โดยอิสระ ส่วนประกอบภายในกระบอกสูบสองทางแสดงดังรูปที่ 2.22 และตารางที่ 2.3 แสดงชื่อส่วนประกอบภายในกระบอกสูบ

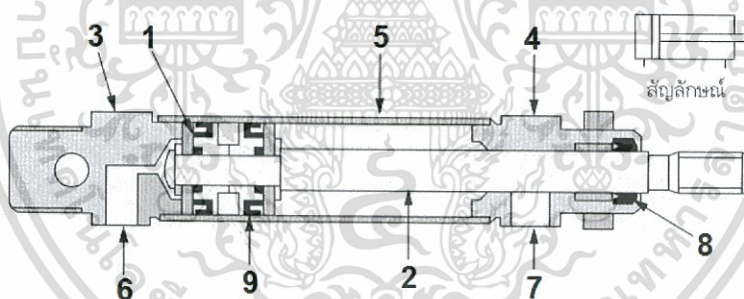


รูปที่ 2.20 แสดงองค์ประกอบภายในของกระบอกสูบสองทาง

Double-acting cylinder



รูปที่ 2.21 แสดงหลักการทำงานภายในของกระบอกสูบสองทางเมื่อจ่ายลมอัดภายใน



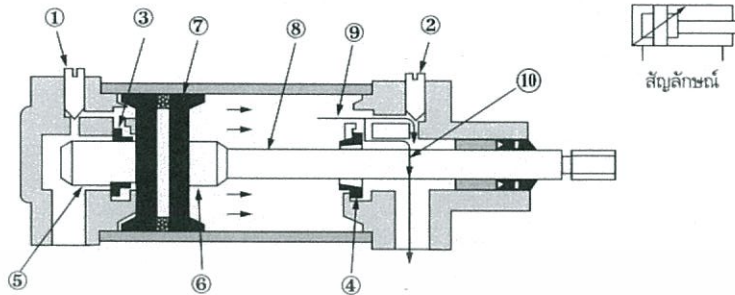
รูปที่ 2.22 โครงสร้างภายในของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดโครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

หมายเลข	รายละเอียด
1	ลูกสูบ (piston)
2	ก้านสูบ (piston rod)
3	ฝาครอบท้าย (base end cover)
4	ฝาครอบหัว (head end cover)
5	กระบอกสูบ (cylinder tube)
6	รูต่อลมด้านลูกสูบ (pressure connector, base side)
7	รูต่อลมด้านก้านสูบ (pressure connector, head side)

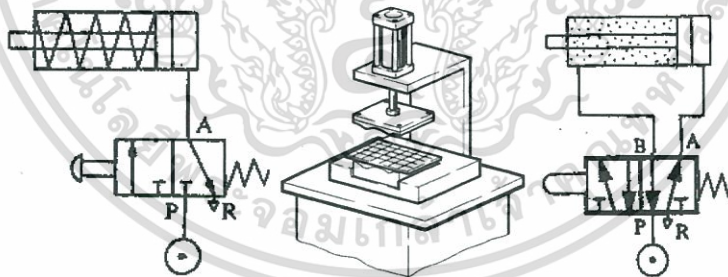
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	ซีลก้านสูบ (bush and sealing element)
9	ซีลลูกสูบ (piston seal)



รูปที่ 2.23 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทางที่มีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก

จากรูปที่ 2.23 เป็นกระบอกสูบสองทางที่มีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก เพื่อป้องกันความเสียหายจากการชนของก้านสูบกับกระบอกสูบ เมื่อก้านสูบเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงหรือเมื่อมีการใช้งานลมอัดความดันสูง หลักการในการลดความเร็วของก้านสูบมีดังนี้ คือ ปกติลมอัดภายในกระบอกสูบจะระบายออกทางเส้นทางหมายเลข 9 และ 10 โดยสะดวก แต่เมื่อเต็ย(6) เคลื่อนที่มาดันซีล(4) จะปิดทางลมหมายเลข 10 ทำให้ความเร็วของก้านสูบก่อนการกระแทกจะลดลง เนื่องจากลมจะระบายออกจากกระบอกสูบได้เฉพาะเส้นทางหมายเลข 9 ซึ่งสามารถปรับอัตราการไหลเส้นทางหมายเลข 9 ได้จากการปรับวาล์วหรือลม(2) ทำให้เกิดแรงต้านจากลมอัดที่ค้างอยู่ภายในกระบอกที่ไม่สามารถระบายออกอย่างรวดเร็วได้



(ก) กระบอกสูบทางเดียว

(ข) กระบอกสูบสองทาง

รูปที่ 2.24 ตัวอย่างการใช้งานกระบอกสูบสองทางและทางเดียวในเครื่องปั๊มขึ้นรูป

จากรูปที่ 2.24 จะเห็นได้ว่าการใช้งานกระบอกสูบชนิดควบคุมทิศทางเดียวหรือสองทางนั้นสามารถนำมาใช้งานได้เหมือนกัน แต่วิธีการควบคุมและอุปกรณ์ที่ใช้แตกต่างกัน กระบอกสูบที่ใช้ในอุตสาหกรรมมีหลากหลายชนิด อาทิเช่น ความยาวช่วงชักตั้ง 1 mm จนถึง 1 m หรือเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 mm จนถึง 30 cm เป็นต้น ดังแสดงภาพถ่ายกระบอกสูบชนิดต่าง ๆ ในรูปที่ 2.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงตัวอย่างกระบอกสูบชนิดต่างๆ

2.2.5) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับท่อลม



รูปที่ 2.26 ท่อลม

สำหรับการเลือกใช้ท่อลมชนิดอ่อนนั้น ควรเลือกใช้ท่อลมที่ผลิตจากกระบวนการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงจึงได้ท่อลมที่มีความประณีตคุณภาพดีมีขนาดสม่ำเสมอตลอดความยาวทั้งเส้น และมีขนาดพอดีกับข้อต่อลม (Push-in Fittings) ทุกชนิด โดยปกติท่อลมที่ทำจากไนลอน (Nylon tube) จะมีความเหนียว (Tough) และคงทนต่อการสึกหรอของผิวได้ดีเป็นพิเศษ (Abrasion resistant) จึงทำให้ท่อลมที่ทำจาก ไนลอน (Nylon tube) ได้รับความนิยมใช้งานในระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic system) โดยทั่วไปและแพร่หลายมานาน

แต่สำหรับการติดตั้งระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic piping system) ที่มีความซับซ้อนและมีพื้นที่จำกัดที่ต้องม้วนท่อลม (Tight Bend Radius) เช่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Cabinet) ท่อลมที่มีความอ่อนตัวสูงที่ทำจากโพลียูรีเทน (Polyurethane tube) จะมีความเหมาะสมในการใช้งานดีกว่า

โพลียูรีเทน



รูปที่ 2.27 ท่อลมที่ทำจากโพลียูรีเทน

โพลียูรีเทน (Polyurethane, PU) ผลิตขึ้นครั้งแรกในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อใช้ทดแทนยางธรรมชาติ และยังใช้ในการผลิตกระดาษ การผลิตก๊าซมีสตาร์ด ผ้าที่มีความทนทาน เคลือบผิวเครื่องบิน เคลือบโลหะ ไม้ และอิฐ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนและสารเคมี

โพลียูรีเทนผลิตจากปฏิกิริยาของโพลีออลกับไดไอโซไซยาเนตหรือโพลีเมอริก ไอโซไซยาเนต โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม โพลียูรีเทนส่วนใหญ่เป็นพลาสติกชนิดเทอร์โมเซต (Thermoset Plastic) คือ ไม่สามารถหลอมเหลวและขึ้นรูปใหม่ได้ ซึ่งผลิตออกมาหลายรูปแบบได้แก่ เป็นโฟมยืดหยุ่น โฟมแข็ง สารเคลือบป้องกันสารเคมี กาว สารฉนวน และ อีลาสโตเมอร์

คุณสมบัติที่เด่นของท่อลมโพลียูรีเทน

- มีหลายสีให้เลือกใช้งานจึงเหมาะสำหรับการติดตั้งที่ต้องจำแนกชนิดของวงจรการทำงาน
- มีความยืดหยุ่นและทนต่อแรงจากการสั่นสะเทือนได้ดี
- น้ำหนักเบา
- ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากโพลียูรีเทน

ผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภคที่ทำจากโพลียูรีเทนได้แก่ ท่อลม สายลมในระบบนิวเมติกส์ ในกลุ่มเครื่องแต่งกาย โพลียูรีเทนได้รับการปรับปรุงและพัฒนาเป็นเส้นใยสปานเด็ก (spandex fiber) ที่มีความทนทานและยืดหยุ่นได้ดี เป็นวัสดุใสในหมอน ที่นอน และเบาะนั่งรถยนต์ โฟมกันกระแทกในกล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุประกอบไม้-พลาสติก การทำเรือ และอิเล็กทรอนิกส์

ข้อควรคำนึง

โพลียูรีเทนติดไฟได้ง่ายและรวดเร็วมาก และเมื่อไหม้แล้วจะให้ความร้อน และควันหนาแน่นมาก ที่สำคัญคือให้ก๊าซพิษออกมาด้วยได้แก่ ไดออกซิน ไอโซไซยาไนด์ ไฮโดรเจนไซยาไนด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น (มีกรณีมากมายที่ไฟไหม้เฟอร์นิเจอร์ที่มีโฟมโพลียูรีเทนประกอบอยู่ด้วยแล้วลุกลามไหม้บ้านทั้งหลัง)

2.2.6) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับตัวปรับแรงดันลม (Air Regulator)

ตัวปรับแรงดันลมหรือตัวปรับความดันลมตัวควบคุมความดันลม เป็นตัวปรับให้แรงดันด้านขาออกของตัวปรับแรงดันลมเป็นไปตามความต้องการใช้งานอย่างคงที่ ซึ่งโดยปรกติมักปรับอยู่ที่ประมาณ 3 -5 บาร์ ตัวปรับแรงดันลม สามารถเขียนย่อๆว่า "R"

ตัวปรับแรงดันลม AirTAC รุ่น GR, AR, BR (Regulator GR, AR, BR Series)

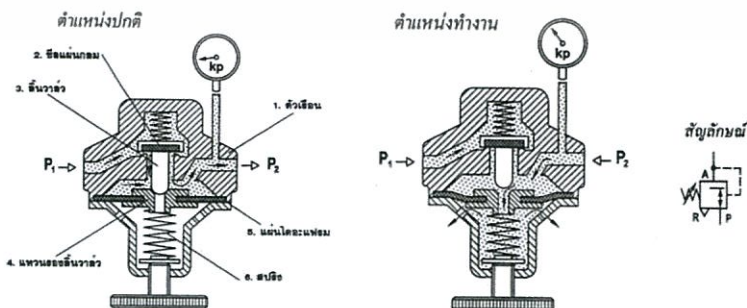


รูปที่ 2.28 ตัวปรับแรงดันลม

หมายเหตุ

1. ตัวปรับแรงดันลม แบบลมย้อนได้ใช้กับกรณีที่ใช้กับงานไม่ใช้งานทุกๆไป กล่าวคือ ลมที่ผ่านตัวปรับแรงลมไปใช้กับตัว Stopper Cylinder เป็นต้น ซึ่ง Stopper Cylinder เป็นกระบอกลมใช้กับงานเฉพาะ คือต้องการที่จะหยุด ของหนักๆที่วิ่งมาให้ช้าลงจนหยุดในระยะทางสั้นๆ ทำให้เกิดแรงกระทำกับลูกสูบซึ่งโดนกระแทกทำให้เกิดความดันลมที่สูงขึ้นมากดันย้อนกลับไปในตัวปรับแรงดันลม ซึ่งแรงดันลมที่สูงมากจะไหลผ่านตัวใช้ควาล์วจึงไม่มีแรงดันลมกระทำรุนแรงต่ออุปกรณ์ภายในของตัวปรับแรงลม เช่น ไดอะแฟม เป็นต้น

2. ตัวปรับแรงลมแบบลมย้อนไม่ได้ ใช้กับงานทุกๆไปที่ไม่มีมีการเพิ่มของแรงดันลมขาออกมากมาย เหมือนในข้อ 1. ซึ่งถ้าการกระแทกของแรงดันลมที่เพิ่มขึ้นสูงมากจะไปทำลายไดอะแฟมให้เสียหาย ซึ่งจะสังเกตได้จากเสียงลมรั่วผ่านไดอะแฟมที่ถูกทำลาย

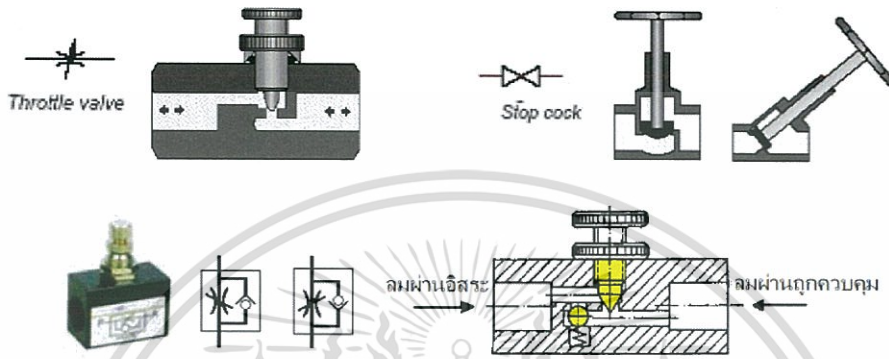


รูปที่ 2.29 แสดงการทำงานของตัวปรับแรงดันลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.7) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับวาล์วปรับอัตราการไหล (Flow Control Valves)

วาล์วปรับอัตราการไหล (Flow control valves หรือ Restrictor check valves) เป็นอุปกรณ์ที่ภายในมีชุดเกลียวในการเพิ่มหรือลดพื้นที่ของช่องทางลมผ่าน เพื่อเพิ่มหรือลดอัตราการไหลผ่านของลม มักใช้ร่วมกับวาล์วกันกลับ เพื่อควบคุมอัตราการไหลทิศทางเดียว โดยมีสัญลักษณ์และโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.30

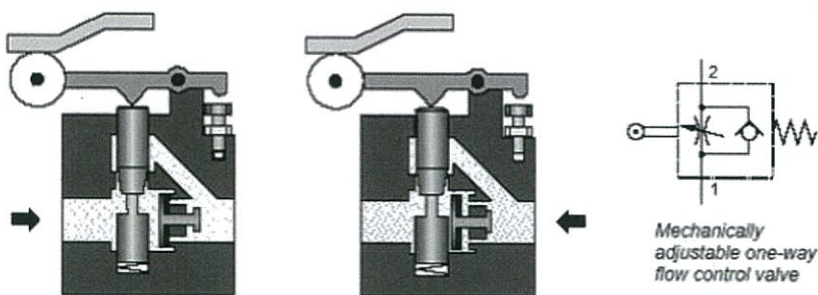


รูปที่ 2.30 แสดงสัญลักษณ์ลักษณะและการทำงานภายในของวาล์วปรับอัตราการไหล

ในการเลือกใช้งานวาล์วปรับอัตราการไหลนั้นมีหลายขนาด อาจจะเป็นวาล์วดังรูปที่ 2.30 โดยเวลาใช้งานต้องต่อกับท่อลมผ่าน แต่ที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมมีรูปแบบดังรูป 2.31 คือ มีขนาดเล็กและติดตั้งที่ช่องต่อลมของกระบอกสูบโดยตรง สามารถปรับอัตราการไหลด้วยเกลียวหมุน และจากรูปที่ 2.32 เป็นวาล์วปรับอัตราการไหลที่ทำงานเมื่อกลไกถูกกดเท่านั้น



รูปที่ 2.31 แสดงวาล์วปรับอัตราการไหลแบบติดตั้งที่กระบอกสูบ



รูปที่ 2.32 แสดงวาล์วปรับอัตราการไหลแบบควบคุมด้วยกลไก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) เกี่ยวกับการขึ้นรูปและวัสดุที่ใช้ทำ

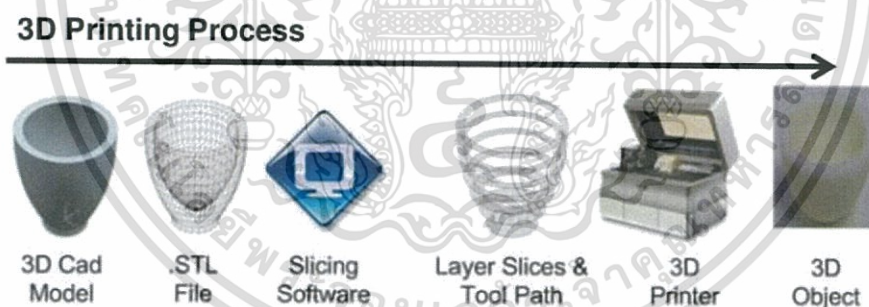
2.3.1) 3D Printer คืออะไร

3D printer หรือเครื่องพิมพ์ 3 มิติ คือเครื่องจักรที่ใช้กระบวนการเติมเนื้อวัสดุ เพื่อทำให้เกิดเป็นรูปร่างที่สามารถจับต้องได้ตามที่ต้องการ โดยอาศัยข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งการเติมเนื้อหรือพิมพ์วัสดุลงไปในนั้นเรียกว่า Additive Process ซึ่งการพิมพ์นั้นจะค่อยเป็นไปทีละ Layer หรือทีละชั้น ยกตัวอย่าง ถ้าเราต้องการสร้างตึกที่มีจำนวน 25 ชั้น เราก็ต้องเริ่มสร้างจากฐานรากก่อน แล้วค่อยๆ ต่อเสาขึ้นไปทีละชั้น ซึ่งก็เป็นหลักการเดียวกับการพิมพ์งานของ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

3D Printer ทำงานอย่างไร

เครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้นก่อนที่จะพิมพ์งานได้ ต้องมีข้อมูลในรูปแบบของดิจิทัล (Digital) ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำพวก CAD (Computer Aided Design) ในการออกแบบ นอกจากนี้จะใช้คอมพิวเตอร์ในการออกแบบแล้ว ยังสามารถใช้ สแกนเนอร์ 3 มิติ ในการเปลี่ยนวัตถุในโลกความจริงไปเป็นไฟล์ดิจิทัล ที่สามารถนำไปใช้งานกับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

เมื่อได้โมเดลหรือชิ้นงานในรูปแบบของไฟล์ดิจิทัลแล้ว ก็จะนำไฟล์นั้นไปทำการ Slice หรือตัด layer งานออกมาให้เป็นแผ่นบางๆ เพื่อที่จะให้ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ พิมพ์แผ่นหรือชั้นบางๆ นั้นทับต่อกัน จนเกิดเป็นวัตถุ 3 มิติขึ้นมา ถ้ายังนึกไม่ออก ลองนึกถึง ก้อนขนมปังก้อนยาวๆ แล้วถูกหั่นเป็นแผ่นบางๆ ซึ่งถ้าเราเอาแผ่นบางๆ มาวางซ้อนกันแล้วทาแยม ลงระหว่างแผ่นขนมปัง ก็จะทำให้เกิดเป็นขนมปัง ก้อนยาว ก้อนเดียว ซึ่งตัวแมนั้น ก็เปรียบเสมือนกาว ที่เอาไว้ยึดระหว่างแผ่นขนมปัง



รูปที่ 2.33 กระบวนการพิมพ์ 3 มิติ

เทคโนโลยี 3D Printer

เทคโนโลยีของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้นจะใช้หลักการเดียวกัน คือตัดหรือ Slice งานเป็นแผ่นบางๆ แล้วพิมพ์แผ่นนั้นซ้อนทับกันไปเรื่อยๆ ซึ่งข้อแตกต่างระหว่างเทคโนโลยีแต่ละตัวนั้น จะต่างกันในส่วนของวัสดุที่ใช้พิมพ์ และกระบวนการในการพิมพ์ เทคโนโลยีของเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้นสามารถแบ่งออกมาได้ดังนี้

เทคโนโลยีนี้ เป็นการใช้เรซินที่มีความไวต่อแสง UV เทลงในภาต แล้วใช้แสง UV ในการทำให้เรซินแข็งตัว ซึ่งแหล่งของแสง UV นั้นมาอาจจะมาจาก เลเซอร์หรือหลอดไฟ UV เทคโนโลยีถูกคิดค้นโดย Charles Hull ในปี 1986 ซึ่งถือว่าเป็นบิดาแห่งวงการเครื่องพิมพ์ 3 มิติและยังคงเป็นผู้ก่อตั้ง
 แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท 3D System ที่เป็นบริษัทที่ขาย เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ในปัจจุบัน การทำงานของเทคโนโลยีนี้ เรียกว่า SLA หรือ Stereolithography หลักการคือการฉายภาพวัตถุที่ถูก Slice หรือตัดเป็นแผ่น บางๆ ลงไปในเรซินที่มีความไวต่อแสง UV เรซินจะแข็งตัวเป็นภาพที่ถูกฉาย เมื่อแข็งตัวแล้วจะยกขึ้น ตามค่าความละเอียดที่กำหนด แล้วเริ่มทำการฉายภาพในชั้นต่อไป ซึ่งตัวเรซินจะเชื่อมต่อกันไปเรื่อยๆ จนเกิดเป็นวัตถุ 3 มิติขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีนี้ก็เหมือนกับการปั้นน้ำเป็นตัว

Material Jetting

เป็นวิธีการพิมพ์เหมือนกับการพิมพ์เอกสาร โดยน้ำหมึกที่ใช้ในการพิมพ์นั้น เป็นน้ำหมึกที่มี ส่วนผสมของพลาสติก ซึ่งหัวพิมพ์นั้น จะคล้ายกับหัวพิมพ์ ของเครื่องพิมพ์กระดาษ ตัวน้ำหมึกนั้นจะ ถูกทำให้แข็งตัวโดยหลอดไฟ UV ซึ่งก่อนที่จะพิมพ์ในชั้นต่อไป จะมีหลอด UV วิ่งผ่าน เพื่อให้หมึก แข็งตัวก่อน ที่จะพิมพ์ชั้นต่อไป

Binder Jetting

เทคโนโลยีแบบนี้ จะใช้วัสดุ 2 ชนิด ได้แก่ วัสดุที่เป็นผง และอีกชนิดเป็น ตัวเชื่อมผงที่เป็น ของเหลว โดยหลักการทำงานก็คือ จะมีตัวเกลี่ยผงแบ่งให้เป็นแผ่นบางๆ หลังจากนั้นจะมีหัวพ่นที่จะ พ่นกาวลงไปบนผงแบ่ง เพื่อให้แบ่งเชื่อมติดกัน หลังจากนั้นตัวกาวก็จะเลื่อนลงตามค่าความละเอียดที่ ถูกกำหนดไว้ ตัวเกลี่ยแบ่งก็จะเข้ามาเพิ่มเนื้อแบ่ง แล้วเกลี่ยให้ผงแบ่งเรียบเสมอกัน เพื่อเริ่มพิมพ์ใน ชั้นถัดไป ข้อดีของเทคโนโลยีนี้ก็คือ ไม่ต้องสร้างตัวรองรับ เพราะผงแบ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับ ชิ้นงานเอง ซึ่งเทคโนโลยี นี้ได้ถูกนำไปใช้ในการพิมพ์ทราย ซึ่งสามารถพิมพ์เป็นบล็อกทราย สำหรับเท โลหะลงไปแบบทรายได้เลย โดยไม่ต้องทำต้นแบบก่อน

Material Extrusion

เทคโนโลยีนี้ถือว่าเป็นเทคโนโลยี ที่ถูกนำมาใช้มากที่สุด เพราะราคาที่จับต้องได้ ชื่อเรียกของ เทคโนโลยีนี้เรียกว่า FDM (Fuse Deposition Material) เทคโนโลยี 3D Printer ชนิดนี้ ถือว่าเป็นที่ รู้จักมากที่สุดกว่าจะได้ เพราะเป็น Open Source ที่เหล่านักสร้าง สามารถนำไปสร้างเครื่องโดยไม่ติด ลิขสิทธิ์ โดยเครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบ FDM ที่เป็นที่รู้จักในตลาดมากที่สุดคือ Makerbot หลักการ ทำงานของเทคโนโลยีนี้ก็คือ การฉีดเส้นวัสดุที่มีความหนืด ออกมาจากหัวฉีดที่มีขนาดเล็ก ทับซ้อนกัน ไปเรื่อยๆ จนเกิดเป็นรูปวัตถุ 3 มิติขึ้นมา วัสดุที่นิยมใช้กับ เทคโนโลยีนี้คือ พลาสติกจำพวก Thermal Plastic เช่น ABS Nylon PLA PET เป็นต้น ซึ่งพลาสติกแต่ละชนิดจะให้คุณสมบัติของชิ้นงานที่พิมพ์ แตกต่างกันไป สำหรับเทคโนโลยีนี้ จะกล่าวในบทความต่อไป เพราะเป็นเทคโนโลยี ที่ทำให้ 3D printer นั้นเป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

Power Bed Fusion

หลักการของเทคโนโลยีนี้คือ ใช้วัสดุที่เป็นผง แล้วใช้เลเซอร์ที่มีกำลังสูงยิงลงไปบนวัสดุที่เป็น ผงให้เกิดการเชื่อมติดกันอย่างหลวมๆ ที่เรียกว่า Sinter ซึ่งเทคโนโลยีนี้มีอีกชื่อ SLS หรือ Selective Laser Sintering ซึ่งวิธีนี้สามารถนำมาใช้ในการพิมพ์วัสดุที่เป็นโลหะ หรือพลาสติก ซึ่งพลาสติกที่นิยม ใช้จะเป็นจำพวก Nylon ซึ่งมีความเหนียวและแข็งแรง การพิมพ์วิธีนี้จะคล้ายกับเทคโนโลยี Binding Jetting ซึ่งไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างตัวรองรับงานหรือ Support เหมือนกับเทคโนโลยีอื่นๆ เพราะตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผงวัสดุจะทำหน้าที่เป็นตัวรองรับชิ้นงานเอง เมื่อพิมพ์เสร็จแล้วจะต้องนำชิ้นงานเข้าไปใส่ในตู้อบความร้อน เพื่อให้ชั้นต่างๆ ที่พิมพ์นั้นเชื่อมติดกันได้

Sheet Lamination

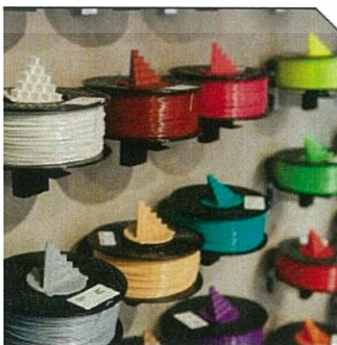
เทคนิคนี้เป็นการขึ้นรูปโดยการนำวัสดุที่เป็นแผ่นวางซ้อนกันไปเรื่อยๆ จนเกิดเป็นชิ้นงาน 3 มิติ เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ใช้วิธีนี้ได้แก่ Mcor ซึ่งวัสดุที่ใช้เป็น Sheet หรือแผ่นนั้นเป็นกระดาษธรรมดา ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะพิมพ์งานออกมาเป็นสีได้ โดยเอากระดาษไปพิมพ์สีออกมาก่อน ซึ่ง Software จะคำนวณว่าจะพิมพ์สีตรงไหน เมื่อเสร็จให้นำกระดาษที่พิมพ์เสร็จใส่เข้าเครื่องพิมพ์ เครื่องก็จะเริ่มดึงกระดาษเข้ามาทีละแผ่น แล้วใช้มีดตัดให้เป็นรูปร่างตามชิ้นงานที่ Slice แล้ว หลังจากนั้นตัวเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ก็จะเริ่มดึงกระดาษแผ่นต่อไป ผ่านระบบทากาว ของเครื่อง แล้วนำมาแปะบนกระดาษที่ได้ตัดเอาไว้ก่อนหน้านี้ กระบวนการก็จะวนแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ชิ้นงาน 3 มิติออกมา

Direct Energy Deposition

เทคโนโลยี เครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบนี้ นิยมใช้ในอุตสาหกรรมไฮเทค ซึ่งเป็นเทคโนโลยี ที่มีความซับซ้อน หลักการก็คือ การพ่นผงโลหะลงไปพร้อมกับใช้พลาสมาในการหลอมละลายโลหะ โดยที่หัวพ่นก็จะเคลื่อนที่ไปตามรูปแบบงานที่ผ่านการ Slice ซึ่งผงโลหะที่ใช้สามารถเป็นโลหะที่มีความพิเศษเช่น ไททาเนียม เป็นต้น เทคโนโลยี เครื่องพิมพ์ 3 มิติแบบนี้ได้มีการนำไปรวมกับเทคโนโลยีการขึ้นรูปแบบ Subtractive หรือการกัดเอาเนื้องานออก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานที่ได้ออกมา โดยที่ หัวพิมพ์จะทำการพ่นวัสดุลงเป็นรูปร่าง แล้วเครื่องพิมพ์ จะเปลี่ยนเป็นหัวกัด เพื่อนำมากัดงานให้มีขนาดตามที่ต้องการ แล้วจึงกลับไปใช้หัวพ่น พิมพ์งานในขั้นต่อไป

จากบทความด้านบนจะเห็นได้ว่า หลักการของเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้นจะใช้หลักการเดียวกัน ก็คือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการตัดชิ้นงานให้เป็นในรูปแบบ 2D หรือเป็นแผ่นระนาบ แล้วค่อยให้เครื่องพิมพ์ เริ่มพิมพ์งานออกมาเป็นชั้นๆ เมื่อพิมพ์เสร็จชั้นแรก ก็จะขยับขึ้นไปพิมพ์ในชั้นต่อไป ทำแบบนี้ไปเรื่อยๆ จนได้ชิ้นงาน 3 มิติออกมา ซึ่งเทคโนโลยีแต่ละแบบนี้จะแตกต่างกันในรูปของวัสดุที่ใช้พิมพ์ กับกระบวนการที่ใช้

2.3.2) ทำความรู้จักเส้นพลาสติกที่ใช้กับ 3D Printer



รูปที่ 2.34 เส้นพลาสติกที่ใช้กับ 3D Printer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นพลาสติกที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้น จะเป็นพลาสติก จำพวก Thermal Plastic ที่สามารถเปลี่ยนรูปเป็นของหนืดได้เมื่อได้รับความร้อน และกลับเป็นของแข็งได้เมื่อเย็นตัว ซึ่งคุณสมบัติตรงนี้ ทำให้พลาสติก จำพวกนี้ สามารถนำกลับมาใช้ไม่ได้

เส้นพลาสติกสำหรับ 3D Printer นั้นที่นิยมใช้ในตอนนี้ได้แก่ ABS และ PLA ซึ่งพลาสติกที่จะนำมาใช้ก็ให้คุณสมบัติที่ต่างกันสำหรับงานที่พิมพ์ ซึ่งก่อนที่จะนำเส้นพลาสติกมาใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้น จำเป็นต้องถูกแปรรูปให้อยู่ในรูปของเส้นพลาสติก ที่เรียกว่า Filament ซึ่งขนาดที่ใช้กัน ได้ถูกกำหนดขนาดเอาไว้ 2 ขนาด ได้แก่ 2.85 มิลลิเมตรและ 1.75 มิลลิเมตร ซึ่งเส้นขนาด 2.85 มิลลิเมตร นั้นนิยมใช้ในฝั่งยุโรป ส่วนฝั่งเอเชียบ้านเรานั้นนิยมใช้เส้นขนาด 1.75 มิลลิเมตร

คุณสมบัติของเส้น ABS และ PLA

ABS นั้นเป็นพลาสติกที่ได้มาจากน้ำมัน และเป็นที่ยอมรับใช้ในอุตสาหกรรม เพราะเป็นพลาสติกที่มีความแข็งแรงและมีความยืดหยุ่นปานกลาง เมื่อเทียบกับ PLA ซึ่งพลาสติก ABS นั้นสามารถทนความร้อนได้ดีกว่า PLA เมื่อตากแดด เพราะอุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะคล้ายแก้ว (Glass Transition Temperature) ของ ABS นั้นสูงกว่า PLA กล่าวคือ พลาสติก ABS จะไม่เสียรูปเมื่อตากแดดเป็นเวลานาน ซึ่งข้อดีตรงนี้ทำให้พลาสติก ABS สามารถทำเป็นชิ้นส่วนในรถยนต์ ถ้านึกไม่ออกว่าพลาสติก ABS เป็นอย่างไร ก็ให้นึกถึงตัวต่อ LEGO ซึ่งเป็นพลาสติกประเภท ABS พลาสติก ABS นั้นสามารถที่จะขัดแต่ง ได้ง่ายกว่า PLA ข้อดีของ ABS อีกอย่างก็คือ ความยืดหยุ่น ที่มีมากกว่า PLA ทำให้เหมาะสมกับชิ้นงาน ที่ต้องมีการต่อหรือสวมประกอบเข้าหากัน นอกจากนั้น พลาสติก ABS สามารถที่จะละลายได้ในสารละลาย อะซิโตน (Acetone) ซึ่งสารละลายตัวนี้ก็อยู่ในน้ำยาล้างเล็บ ซึ่งผู้ใช้สามารถที่จะใช้อะซิโตนในการเชื่อมหรือต่อ งานที่พิมพ์จาก ABS ได้ เพราะ ABS นั้นสามารถละลายได้ในอะซิโตน นอกจากนั้น ยังสามารถใช้ อะซิโตนในการเคลือบผิวงานที่พิมพ์จากพลาสติก ABS ทำให้งานที่เคลือบออกมา มีผิวเงาวาวเหมือนกับพลาสติกที่ฉีดออกมาจากเครื่องฉีดพลาสติก แต่ข้อเสียของการเคลือบผิว นั้น จะทำให้งานที่พิมพ์ออกมา ขาดความคมชัด เพราะอะซิโตนจะไปละลายพลาสติก ABS

PLA เป็นพลาสติกที่ได้มาจากพืช ซึ่งถือว่าเป็นพลาสติกที่ไม่เป็นพิษกับสิ่งแวดล้อม เมื่อเทียบกับพลาสติก ABS ซึ่งพลาสติก PLA นั้นเป็นที่ยอมรับ สำหรับทำบรรจุภัณฑ์อาหาร เช่น ถาดใส่อาหาร เส้นพลาสติก PLA นั้นสามารถย่อยสลายได้ แต่ต้องผ่านกระบวนการที่ถูกต้อง ไม่ใช่ว่า วางเอาไว้ในห้อง แล้วจะย่อยสลายพลาสติก PLA นั้นจะมีความแข็งแรงมากกว่าพลาสติก ABS แต่จะขาดความยืดหยุ่น ซึ่งไม่เหมาะสำหรับงานพิมพ์ ที่ต้องการสวมประกอบ เพราะงานที่พิมพ์อาจจะหักได้ ข้อเสียอีกอย่างของพลาสติก PLA คือไม่สามารถทนหรือตากแดดได้ เพราะจะเสียรูปง่าย จึงไม่เหมาะกับชิ้นงานที่ใช้กลางแจ้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.35 งานที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

การเกิดกลิ่น และควัน

สำหรับพลาสติกที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้น เป็นพลาสติกที่ต้องมีการละลายก่อน ซึ่งเมื่อละลายแล้วก็จะก่อให้เกิดกลิ่นและควันขึ้นมา ซึ่งกลิ่นนั้นก็เป็นตัวแปร อันหนึ่งที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้นต้องให้ความสำคัญ เพราะกลิ่นนั้นเกิดจากตัวแปรในเรื่องของอุณหภูมิความร้อนที่ใช้ในการละลายพลาสติก ซึ่งกลิ่นนั้น ก็เป็นสาเหตุสำคัญในการตั้งหรือหาที่วางเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

สำหรับพลาสติก ABS นั้น จะให้กลิ่นที่เหม็นและแรง ซึ่งถ้าจำเป็นต้องพิมพ์พลาสติก ABS ก็ควรที่จะวางเครื่องพิมพ์ในห้องที่มีอากาศถ่ายเท เพราะกลิ่นและควันที่มาจากกระบวนการละลายพลาสติก ABS นั้นสามารถเป็นอันตรายต่อผู้ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ได้ ในส่วนของ PLA นั้น กลิ่นที่ออกมาจะไม่เหม็นหรือรุนแรงเท่า ABS และกลิ่นของพลาสติก PLA นั้นจะคล้ายกับ น้ำตาลไหม้ เพราะว่าพลาสติก PLA นั้นทำมาจากพืชและน้ำตาล

ขนาด และความแม่นยำ

พลาสติกก็เป็นอีกตัวแปรสำหรับ ขนาดและความแม่นยำของชิ้นงานที่พิมพ์ออกมา ซึ่งพลาสติก ABS นั้นจะมีปัญหาในเรื่องของการหดตัว เมื่อเทียบกับพลาสติก PLA ซึ่งพลาสติก ABS นั้นจะมีปัญหาในเรื่องของการยึดติดกับฐานที่พิมพ์ พลาสติก ABS นั้นจะหดตัวได้ง่าย โดยเฉพาะในส่วนของฐานงานที่ติดกับฐานพิมพ์ จะมีการยกตัวหรือหดตัว ทำให้งานไม่ติดกับฐาน เนื่องจากพลาสติก ABS นั้นหดตัว เมื่อความร้อนไม่สม่ำเสมอ ทำให้ฐานงานมีการยกตัว ซึ่งการแก้ไขปัญหาก็คือ ให้ใช้ฐานพิมพ์ที่มีฮีตเตอร์ทำความร้อนที่ฐาน เพื่อเวลาพิมพ์พลาสติก ABS แล้ว จะทำให้อุณหภูมิความร้อนของงานนั้นไม่เสียไป ทำให้งานหดตัวน้อยลง และยังช่วยให้ฐานของชิ้นงานละลายแล้วยึดติดกับฐาน ซึ่งอุณหภูมิของฐานที่ใช้สำหรับพิมพ์ ABS นั้นจะอยู่ประมาณ 100 - 110 องศา นอกจากจะใช้ความร้อนช่วยแล้ว อาจจะต้องใช้กาว ABS ที่สามารถทำเองได้โดยทาไปที่ฐานพิมพ์ ก่อนพิมพ์งาน จะช่วยให้งานยึดติดกับฐานได้ดีขึ้น ซึ่งกาว ABS ทำก็มาจาก เส้นพลาสติก ABS ละลายในอะซิโตน

สำหรับการพิมพ์งานประเภทเฟือง หรืองานที่มีมุมแหลมนั้น พลาสติก ABS นั้นจะทำได้ไม่ค่อยคม หรือมุมอาจจะไม่แหลม ซึ่งสามารถที่จะใช้พัดลมช่วยเป่างานช่วย แต่ถ้าเปิดพัดลมแรงเกิน ก็อาจจะทำให้งานที่พิมพ์ไม่ติดกัน เพราะพลาสติก ABS เย็นเกิน

พลาสติก PLA นั้นจะหดตัวน้อยกว่า พลาสติก ABS ซึ่งเป็นข้อดีของ PLA ทำให้พลาสติก PLA สามารถจะพิมพ์งานบนฐานที่ไม่ต้องใช้ความร้อนก็ได้ ซึ่งพลาสติก PLA นั้นสามารถพิมพ์งานที่มีมุมแหลมได้ดี เพราะตอนที่ PLA ละลายนั้น จะหนืดน้อยกว่า ABS ทำให้มุมที่ได้ นั้นคมกว่า ซึ่งทำให้พลาสติก PLA นั้นเหมาะกับการพิมพ์งานประเภท มุมแหลม เช่น เฟือง เป็นต้น

การเก็บรักษาเส้นพลาสติก

พลาสติกทั้ง PLA และ ABS นั้นจำเป็นต้องเก็บในที่ที่ไม่มีความชื้น เพราะพลาสติกทั้ง 2 ตัว สามารถดูดความชื้นได้ ทำให้เวลาพิมพ์งาน จะเกิดปัญหาขึ้นมาได้ เช่น งานไม่ตรงขนาด หรือเส้นขาดออกเป็นช่วงๆ นอกจากงานที่จะไม่ได้คุณภาพแล้ว ยังทำให้เกิดอาการหัวตันได้ ซึ่งการสังเกตอาการว่าเส้นมีความชื้นหรือไม่ ต้องใช้การฟังเข้าช่วย ถ้าเส้นพลาสติกชื้น เวลาพิมพ์งาน ก็จะมีเสียงดังขึ้นมาที่เอกสตรูชันเป็นเอกสตรูชันที่สั่นไหวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวฉีด หรือไม่ก็จะเห็นฟองอากาศออกมาที่หัวพิมพ์ สาเหตุที่เกิดเสียง ก็เพราะว่าน้ำที่อยู่ในเส้นพลาสติก เกิดการเดือด เมื่อผ่านหัวพิมพ์ที่มีความร้อน

ซึ่งการเก็บรักษาเส้นนั้น ควรจะหากล่องเก็บที่สามารถปิดกันอากาศเข้า ถ้าสังเกตให้ดีเวลาซื้อเส้นพลาสติกมาใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ นั้น ตัวม้วนเส้นพลาสติกจะถูกห่อในถุงสุญญากาศ แล้วยังมี Silica Gel อยู่ในถุงอีกด้วย เพื่อดูดความชื้นและกันอากาศเข้าไป ดังนั้นเมื่อแกะใช้งาน ก็ควรจะเก็บเส้นในที่แห้ง แล้วถ้าให้ดี ก็ควรใส่ Silica Gel หรือตัวดูดความชื้นลงไปในกลุ่มที่เก็บด้วย

ส่วนเส้นพลาสติกที่ขึ้นไปแล้ว ก็ยังมีวิธีดูดความชื้นออกมาจากเส้น โดยไม่จำเป็นต้องทิ้งเส้นพลาสติกไป สำหรับ ABS นั้นให้นำเข้าตู้อบ หรือเตาทำอาหาร แล้วให้เปิดอุณหภูมิประมาณ 90 - 100 องศา แล้วทิ้งเอาไว้ประมาณ 5 - 6 ชั่วโมง ก็จะช่วยให้เส้นพลาสติก ABS คลายความชื้นออกมา สำหรับเส้นพลาสติก PLA ก็อาจจะใช้ ตัวดูดความชื้นเข้าช่วย แล้วทิ้งเอาไว้ข้ามคืน



รูปที่ 2.36 การเก็บรักษาเส้นพลาสติกที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

2.3.3) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ POM



รูปที่ 2.37 POM

เป็นพอลิเมอร์ประเภทเทอร์โมพลาสติกวิศวกรรม (Engineering Thermoplastic) สังเคราะห์ได้จากฟอร์มัลดีไฮด์ ซึ่งอาจรู้จักกันในชื่ออื่นๆ ได้แก่ พอลิออกซีเมทิลีน (Polyoxymethylene, POM) หรือพอลิฟอร์มัลดีไฮด์ สารชนิดนี้สามารถแบ่งออกเป็นสองชนิด คือ โอลิพอลิเมอร์ และ โคพอลิเมอร์ สารดังกล่าวมีลักษณะทึบแสง สีขาวขุ่นมันวาวนุ่ม มีค่าความต้านทานแรงดึง (tensile strength) และค่าความแข็งดึง (stiffness) ที่สูงมาก มีผิวลื่นเป็นมัน มีสปริงทนต่อการเสียดสีได้ดี ทนต่อแรงกระแทกแม้อยู่ในอุณหภูมิต่ำ มีความแข็งแรงสูง มีสมบัติการนำไฟฟ้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ดี มีการดูดซับน้ำที่ค่อนข้างต่ำ ทนต่อสารเคมี สามารถสัมผัสกับอาหารได้โดยไม่เกิดการละลายหรือปนเปื้อน นอกจากนี้ยังมีความยืดหยุ่นได้ดีทั้งในที่อุณหภูมิสูงและต่ำจึงทำให้มันสามารถคงสภาพของรูปทรงที่ดีซึ่งเป็นจุดเด่นที่เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาทดแทนโลหะ เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง สังกะสี เหล็ก ตัวอย่างการนำไปใช้งาน ด้วยสมบัติดังกล่าว พอลิอะซีทาลจึงนิยมนำมาใช้ผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการความแม่นยำสูง (Precision part) ไม่ว่าจะเป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ยานยนต์ เครื่องจักรกล หรือชิ้นส่วนในงานอุตสาหกรรมต่างๆที่มีการเคลื่อนไหวและ เสียดทาน เช่น เฟือง ชิป ชิ้นส่วนของปั๊ม วาล์ว ลูกกลิ้ง คาบูเรเตอร์เกียร์ หัวสเปรย์ สปริง โซ่ ตลับลูกปืน หรือแม้แต่ส่วนประกอบของใบพัดเครื่องซักผ้า ซึ่งแต่เดิมมักจะทำจากโลหะที่มีข้อเสียคือน้ำหนักมาก เสียงดัง ต้องหล่อขึ้นด้วยน้ำมัน ก่อให้เกิดปัญหาการเปราะเปื้อนและสึกกร่อนง่าย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในกระบวนการผลิตแบบฉีด แบบรีด หรือจะนำไปแปรรูปโดยใช้เครื่องกลึง ตัด เจาะ หรือเจียรระไนได้อีกด้วย

2.3.4) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Bakelite



รูปที่ 2.38 Bakelite

Bakelite (Phenolic Laminates) แผ่นหรือเรียกว่า Phenolic Paper Laminated Sheet สำหรับ Bakelite ลายกระดาษ และ Phenolic Cloth Laminated Sheet สำหรับ Bakelite ลายผ้า ซึ่ง Bakelite มีชื่อทางเคมีคือ Polyoxybenzylmethylenglycolanhydride และ Bakelite ยังเป็นชื่อทางการค้าของ Phenol formaldehyde resin หรือมักจะเรียกกันว่าฟีนอลิก สามารถทนความร้อนในสภาวะปกติประมาณ 160 - 180 องศาฟาเรนไฮต์ หากผสมวัตถุทนความร้อนบางชนิดจะสามารถทนความร้อนได้ถึง 400 องศาฟาเรนไฮต์

คุณสมบัติของ Bakelite (Phenolic Laminates) แผ่น

- แข็ง แต่ไม่เหนียว ไม่เหมาะกับงานกลึง
- ทนสารเคมีได้ดี
- เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี ไม่เป็นตัวนำไฟฟ้า
- มีความหนาแน่น 1.45 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ความแข็ง 90 Shore D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จุดหลอมเหลวที่ 130 องศา
- อุณหภูมิสำหรับใช้งานได้นานอย่างต่อเนื่องอยู่ที่ 82 องศา

ลักษณะการใช้งาน Bakelite (Phenolic Laminates) แผ่น

นิยมใช้ทำมือจับสำหรับอุปกรณ์สำหรับเครื่องครัว อุปกรณ์ไฟฟ้า ฝาครอบจานจ่ายรถยนต์ ภาชนะบรรจุสารเคมี ตู้ทีวี จี๊ก เฟือง และ มู่เล่

Bakelite ลายกระดาษเหมาะใช้งานจำพวก จี๊กและฟิกเจอร์ ฉนวนไฟฟ้า ส่วน Bakelite ลายผ้า ใช้งานได้มากกว่า เพราะคุณสมบัติด้านต่างๆสูงกว่า จึงมีราคาแพงกว่า ตัวอย่างใช้งาน เช่น เฟือง ตลับลูกปืน แหวนลูกสูบ ฉนวนไฟฟ้า ใบพัดอัดอากาศเครื่องยนต์ไอพ่นเครื่องบิน ล้อ จี๊กและฟิกเจอร์

2.3.5) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอลูมิเนียม (Aluminium)



รูปที่ 2.39 Aluminium

อลูมิเนียม (Aluminium) ถือเป็นโลหะที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์มากทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน สำหรับภาคอุตสาหกรรมใช้ในการผลิตอลูมิเนียมผสม และผลิตภัณฑ์อลูมิเนียม ส่วนภาคครัวเรือนมีใช้มากในการก่อสร้าง และตกแต่งบ้าน ทดแทนไม้ และเหล็ก เนื่องจากเป็นโลหะที่มีคุณสมบัติคงทนต่อการกัด ความร้อน การกัดกร่อน น้ำหนักเบา และมีความสามารถในการสะท้อนแสง และความร้อนได้ดี มักใช้ในงานก่อสร้าง งานตกแต่ง เช่น การทำประตู หน้าต่าง ฝ้า ราวกัน และโครงสร้างต่างๆ

คุณสมบัติของอลูมิเนียม

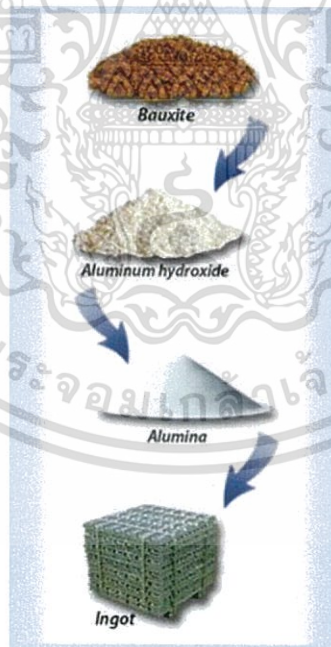
อลูมิเนียมมีจุดหลอมละลายที่ 660 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความหนาแน่นน้อย น้ำหนักเบา รับภาระน้ำหนักได้สูง สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ไม่เสียดำรอยริ้ว และการแตกหัก ไม่เป็นสนิม ทนต่อการ กัดกร่อน และไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ โดยเฉพาะการนำมาผสมกับโลหะอื่นๆแล้วจะทำให้คุณสมบัติต่างๆเพิ่มมากขึ้น เช่น จุดหลอมเหลวของอลูมิเนียมผสมจะอยู่ที่ 1140-1205 องศาเซลเซียส จึงนิยมนำมาผลิตเป็นชิ้นส่วนต่างๆ รวมถึงวัสดุหรือภาชนะที่เกี่ยวข้องกับอาหาร นอกจากนี้ ยังมีคุณสมบัติทางเคมีของอลูมิเนียมในลักษณะต่างๆ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะทำให้เกิดชั้นฟิล์มบางๆ เรียกว่า อลูมิเนียมออกไซด์เคลือบบน ชั้นผิวอลูมิเนียมป้องกันการเกิดปฏิกิริยาอื่นๆได้
2. การทำปฏิกิริยากับไนโตรเจนจะทำให้เกิดไนไตรด์ที่อุณหภูมิสูง
3. ไม่ทำปฏิกิริยากับกำมะถัน
4. เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจน ไฮโดรเจนจะแทรกซึมเข้าสู่ชั้นในของอลูมิเนียม จึงจำเป็นต้องกำจัดออก
5. สามารถทนต่อกรดอินทรีย์เข้มข้นได้ปานกลาง
6. ทนต่อปฏิกิริยาของด่างได้เล็กน้อย สามารถละลายได้ในสภาวะที่เป็นด่างเข้มข้น
7. เกิดปฏิกิริยากับเกลือได้ ทำให้เกิดการกัดกร่อน

การผลิตอลูมิเนียม

อะลูมิเนียมถูกผลิตเริ่มต้นจากอุตสาหกรรมต้นน้ำในเหมืองแร่ผลิตแร่บอกไซต์(Bauxite) ซึ่งมีลักษณะเป็นก้อนแข็ง อัดตัวแน่น มีสีเหลืองออกสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลแดง แต่อาจพบในลักษณะสีอื่น เช่น สีขาว สีน้ำตาล ซึ่งมีการผลิตในต่างประเทศด้วยการนำแร่บอกไซต์มาถลุงจนได้อลูมินา (Alumina)บริสุทธิ์ และนำอลูมินาเข้าหลอมเป็นแท่งจนได้แท่งอลูมิเนียมบริสุทธิ์กลายเป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นๆ สำหรับเศษอลูมิเนียมเก่าสามารถนำมาหลอมเป็นแท่งอลูมิเนียมนำกลับมาใช้เป็นวัตถุดิบใหม่ได้



รูปที่ 2.40 การผลิตอลูมิเนียม

การผลิตอลูมิเนียมบริสุทธิ์ด้วยการแยกสกัดออกจากอลูมินาจะใช้กระบวนการถลุงด้วยไฟฟ้าในเตาหลอมไฟฟ้าขนาดใหญ่ โดยโลหะอลูมิเนียมบริสุทธิ์จะแยกตัวออกจากอลูมินาลงสู่ด้านล่างของเตาหลอม และไหลออกจากเตาหลอมด้วยวิธีกลักน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับในประเทศไทยจะไม่มีการผลิตอะลูมิเนียมจากแหล่งแร่ต้นน้ำ แต่จะมีเพียงการผลิตอะลูมิเนียมบริสุทธิ์จากการหลอมเศษอะลูมิเนียมเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ชนิดของอะลูมิเนียม

แบ่งตามการผลิต

1. อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ เป็นอะลูมิเนียมที่ได้จากการถลุงแร่หรือการหลอมให้มีความบริสุทธิ์ 99.00% และมีธาตุอื่นเจือปนเพียง 1% เท่านั้น เป็นอะลูมิเนียมที่มีความเหนียวสูง สามารถขึ้นรูปได้ดี
2. อะลูมิเนียมผสม เป็นอะลูมิเนียมที่ได้จากการหลอมร่วมกับโลหะชนิดอื่นตั้งแต่ 1 ชนิดขึ้นไป ได้แก่ ทองแดง แมกนีเซียม แมงกานีส โครเมียม ซิลิกอน นิกเกิล ดีบุก สังกะสี เป็นต้น เพื่อเป็นโลหะผสมให้มีคุณสมบัติทนต่อแรงดึงสูง

แบ่งตามเกรดอะลูมิเนียม

การแบ่งเกรดอะลูมิเนียม มีการแบ่งเกรดจากสมาคมอะลูมิเนียมแห่งสหรัฐอเมริกา โดยใช้หลักเกณฑ์ของส่วนผสมเป็นเกณฑ์ด้วยเลข 4 หลัก สำหรับใช้แทนเป็นสัญลักษณ์เกรดอะลูมิเนียมขึ้นรูป

สัญลักษณ์แสดงกลุ่มอะลูมิเนียมขึ้นรูป

- 1xxx หมายถึง อะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.00%
- 2xxx หมายถึง ทองแดง (Copper, Cu)
- 3xxx หมายถึง แมงกานีส (Manganese, Mn)
- 4xxx หมายถึง ซิลิกอน (Silicon, Si)
- 5xxx หมายถึง แมกนีเซียม (Magnesium, Mg)
- 6xxx หมายถึง แมกนีเซียม (Magnesium, Mg) และซิลิกอน (Silicon, Si)
- 7xxx หมายถึง สังกะสี (Zinc, Zn)
- 8xxx หมายถึง ธาตุอื่นๆ เช่น นิกเกิล (Nickel, Ni), ไททาเนียม (Titanium, Ti), โครเมียม (Chromium, Cr), บิสมัท (Bismuth, Bi) และตะกั่ว (Lead, Pb)
- 9xxx หมายถึง ยังไม่มีใช้

หลักที่หนึ่ง เป็นสัญลักษณ์ที่สำคัญที่สุดในการแสดงหมวดหมู่ของโลหะผสมใน 8 กลุ่ม ดังรายละเอียดในขั้นต้น เช่น 1xxx แทนหมวดโลหะอะลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 99.00 โดยน้ำหนัก

หลักที่สอง เป็นตัวเลขที่ใช้กำกับโลหะอะลูมิเนียมที่มีการผสมโลหะอื่นให้มีปริมาณที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น 2024 ที่ประกอบด้วย 4.5Cu, 1.5Mg, 0.5Si และ 0.1Cr เมื่อเปลี่ยนเป็น 2218 จะประกอบด้วย 4.0Cu, 2.0Ni, 1.5Mg และ 0.2Si ซึ่งเป็นการผสม Ni แทน Cr

หลักที่สาม และสี่ เป็นตัวเลขที่แสดงชนิดย่อยของโลหะผสมที่เป็นชนิดเดียวกัน แต่แสดงส่วนผสมที่แตกต่างกัน เช่น 2014 ที่ประกอบด้วย 4.4Cu, 0.8Si, 0.8Mn และ 0.4Mg เมื่อเปลี่ยนเป็น 2017 จะประกอบด้วย 4.0Cu, 0.8Si, 0.5Mn และ 0.1Cr

อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ (มากกว่า 99.00%) เป็นอะลูมิเนียมทางการค้า มักพบในช่วงความบริสุทธิ์ที่ 99.30%-99.70% เหมาะสำหรับนำมาใช้งานในด้านตัวนำไฟฟ้า และแผ่นสะท้อนแสง เป็นต้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมผสมทองแดง (2xxx) เป็นอลูมิเนียมที่ผสมทองแดง โดยพบว่า ทองแดงสามารถละลายได้ในอลูมิเนียมสูงสุดที่ 5.65% ที่อุณหภูมิ 548 องศาเซลเซียส และจะละลายได้น้อยลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จนเหลือประมาณ 0.5% ที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส เหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้าน ความร้อน

อลูมิเนียมผสมแมงกานีส (3xxx) เป็นอลูมิเนียมที่ผสมแร่แมงกานีส โดยหากเพิ่มแร่แมงกานีสที่ 1.2% จะทำให้เป็นโลหะผสมที่มีความแข็งแรงพอควร เหมาะสำหรับใช้งานในด้านโครงสร้างต่างๆ

อลูมิเนียมผสมซิลิกอน (4xxx) มักพบเป็นอลูมิเนียมที่ผสมด้วยซิลิกอนพร้อมกับแร่อื่นๆ แต่มีอัตราส่วนน้อยกว่า เช่น ซิลิกอน 11.0-13.5% ทองแดง 0.5-1.3% สังกะสี 0.5% เหล็ก 1% แมกนีเซียม 0.8-1.3% และนิกเกิล 0.5-1.3% เหมาะสำหรับประยุกต์ใช้งานประเภทที่ทนความร้อน เช่น กระจกสูบ ลูกสูบ ก้านสูบ ห้องเครื่อง เป็นต้น

อลูมิเนียมผสมแมกนีเซียม (5xxx) เป็นอลูมิเนียมที่ผสมแร่แมกนีเซียม แต่พบน้อยมากในอัตราส่วนผสมของแมกนีเซียมมากๆ ส่วนมากมักใช้ผสมร่วมกับแร่อื่นๆ เนื่องจากมีความสามารถในการละลาย และหลอมรวมกับอลูมิเนียมได้ไม่ดี หากใช้เป็นส่วนผสมมากจะทำให้วัสดุแข็ง และเปราะหักง่าย

อลูมิเนียมผสมแมกนีเซียมกับซิลิกอน (6xxx) มักเป็นอลูมิเนียมผสมที่มีสัดส่วนของแมกนีเซียม และซิลิกอนในอัตราส่วนน้อย โดยทั่วไปผสมแมกนีเซียม 0.6-1.2% ซิลิกอน 0.4-1.3% นอกจากนี้อาจมีการผสมโครเมียมหรือทองแดงเพื่อเพิ่มความแข็งแรงด้วย

อลูมิเนียมผสมสังกะสี (7xxx) มักเป็นอลูมิเนียมผสมที่มีสัดส่วนของสังกะสีหรืออาจผสมแร่อื่นๆร่วมด้วยเล็กน้อย เช่น แมกนีเซียม กลุ่มอลูมิเนียมนี้มักประยุกต์ใช้ในด้านความทนทาน แข็งแรงสูง เช่น ยานอวกาศ โครงสร้างขนาดใหญ่ เป็นต้น

อลูมิเนียมผสมแร่อื่นๆ (8xxx) เป็นอลูมิเนียมผสมที่ใช้แร่ผสมชนิดอื่นนอกเหนือจากข้างต้น เช่น นิกเกิล, ไททาเนียม, โครเมียม, บิสมัท และตะกั่ว

ประโยชน์อลูมิเนียม

1. ด้านการก่อสร้าง

มักใช้เป็นโครงสร้าง และวัสดุตกแต่งในงานต่างๆ โครงสร้างเสา กอบประตู หน้าต่าง รั้ว ราวกันและบันได เนื่องจากมีคุณสมบัติทน น้ำหนักเบาและอื่นๆ ซึ่งสามารถทดแทนไม้ และเหล็กได้เป็นอย่างดี

2. ด้านการขนส่ง

มักใช้เป็นวัสดุโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจากมีน้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม มีอายุการใช้งานมากกว่าวัสดุอื่นๆ และสามารถรับแรงกด แรงกระแทกได้มาก จึงนิยมนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนรถยนต์ เครื่องบิน รถไฟ และยานพาหนะอื่นๆ

3. ด้านบรรจุภัณฑ์

อลูมิเนียมนิยมนำมาผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหาร และเป็นภาชนะสำหรับประกอบอาหาร เช่น ฟอยล์ครอบอาหาร กระจ่างบรรจุอาหาร จาน ชาม หม้อ กระทะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเป็นโลหะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับอาหารหรือสารเคมีอื่นง่าย ไม่เกิดสนิม และทนต่อความร้อน การกัดกร่อนได้ดี

4. อุตสาหกรรมไฟฟ้า

มักใช้อลูมิเนียมเป็นส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สายไฟฟ้า เนื่องจากเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ดี มีน้ำหนักเบา มีความคงทน และไม่เกิดสนิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาและรวบรวมข้อมูล การวาง Layout การออกแบบหัวจับ การออกแบบตัวยึดชิ้นงาน การขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ประกอบชิ้นส่วนที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ เอง งานที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติมาทดลอง ชิ้นรูปงานจริง ประกอบชิ้นส่วนงานจริง เองงานจริงมาทดลอง ซึ่งได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆ โดยแบ่งเป็น

- 3.1) การศึกษาและรวบรวมข้อมูล
- 3.2) การวาง Layout
- 3.3) การออกแบบหัวจับ
- 3.4) การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine
- 3.5) การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Venus

3.1) การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ในสายการผลิตที่ได้ศึกษามีชิ้นงานอยู่ 2 แบบ คือ Citrine และ Venus โดยชิ้นงานทั้ง 2 แบบ จะแยกเป็น 2 ชิ้นส่วน คือ ฝาครอบ(Top Case) และ ตัวถัง(Bottom Case) ซึ่งชิ้นงานทั้ง 2 แบบที่แยกเป็น 2 ชิ้นส่วน จะต้องนำมาประกอบเป็นชิ้นเดียวกัน โดยจะนำไปใส่ในเครื่องเชื่อมเพื่อเชื่อมฝาครอบ และ ตัวถังให้เป็นชิ้นเดียวกัน ซึ่งเครื่องเชื่อมจะมี 2 เครื่องไว้สำหรับเชื่อมชิ้นงานที่เป็นของ Citrine และ Venus

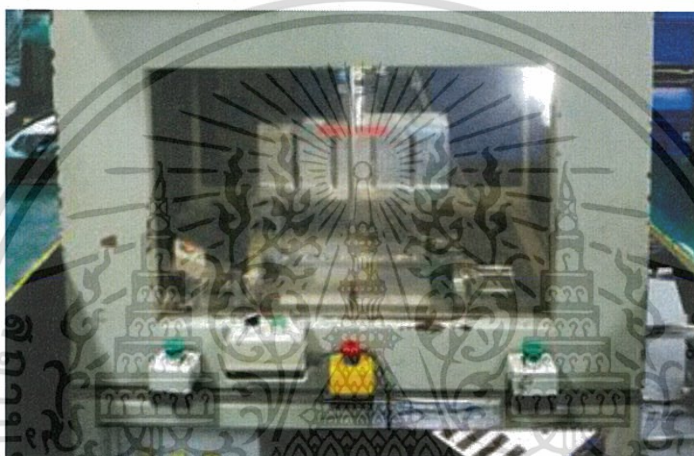


รูปที่ 3.1 ชิ้นงานที่ชื่อ Citrine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ชิ้นงานที่ชื่อ Venus



รูปที่ 3.3 เครื่องไว้สำหรับเชื่อมชิ้นงานที่ชื่อ Citrine ที่เป็น 2 ชั้นประกบกัน



รูปที่ 3.4 เครื่องไว้สำหรับเชื่อมชิ้นงานที่ชื่อ Venus ที่เป็น 2 ชั้นประกบกัน

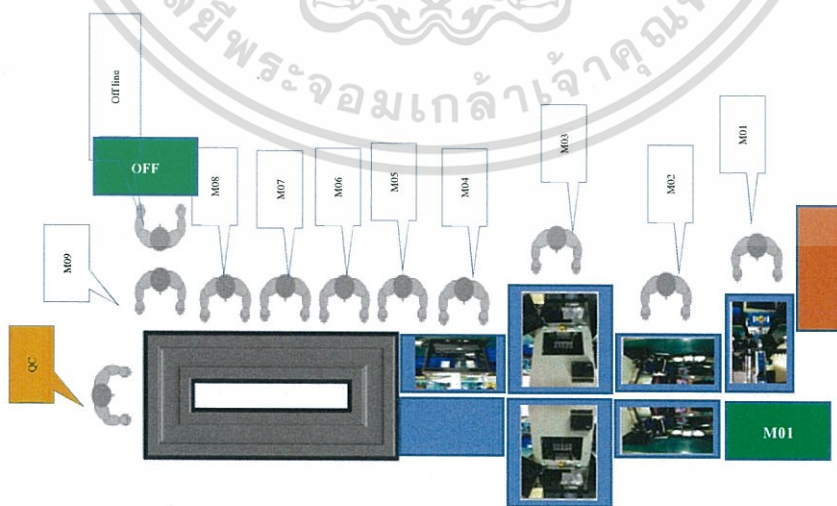
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบหัวจับที่จะต้องจับชิ้นงานได้ทั้ง 2 แบบ ซึ่งมีชื่อว่า Citrine และ Venus เริ่มจากไปดูพื้นที่ตัวยึดชิ้นงานของเครื่องเชื่อมว่ามีพื้นที่ในการออกแบบหัวจับเพื่อที่จะวางชิ้นงานอยู่เท่าไร และดูว่าจะเคลื่อนหุ่นยนต์ด้วยท่าทางแบบไหนถึงจะนำหัวจับที่ได้ออกแบบไปวางชิ้นงานในเครื่องเชื่อมและจะนำหัวจับออกมาด้วยท่าทางแบบไหน จากนั้นก็มาดูแบบ 2D ของชิ้นงานและวัดขนาดชิ้นงานจริงว่ามีขนาดเท่าไร และพิจารณาว่าจะจับบริเวณไหนของชิ้นงานทั้ง 2 แบบถึงจะสามารถนำหัวจับ มาใช้งานร่วมกันได้ และวัสดุที่ใช้ควรเป็นอะไรถึงจะไม่สร้างความเสียหายหรือรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน

การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine และ Venus ต้องดูก่อนว่าหัวจับที่ออกแบบได้จับบริเวณไหนของชิ้นงาน พอรู้ว่าจับบริเวณไหนก็มาออกแบบตัวยึดชิ้นงานว่าควรจะต้องล็อกบริเวณไหนของชิ้นงาน จากนั้นก็ดูแบบ 2D ของชิ้นงานว่ามีขนาดเท่าไร และวัดขนาดจริงของชิ้นงานว่ามีขนาดเท่าไร แล้วนำมาเปรียบเทียบว่ามีค่าคลาดเคลื่อนเท่าไร ซึ่งชิ้นงานนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อน ดังนั้นเวลาออกแบบฐานควรทำเป็น slot เพื่อที่จะได้สามารถปรับเลื่อนชิ้นงานไปมาได้ เพราะถ้าทำพอดีเวลานำชิ้นงานมาวางหรือหยิบออกมาอาจจะไม่พอดีหรืออาจแน่นเกินไป และวัสดุที่ใช้ควรเป็นอะไรถึงจะไม่สร้างความเสียหายหรือรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน

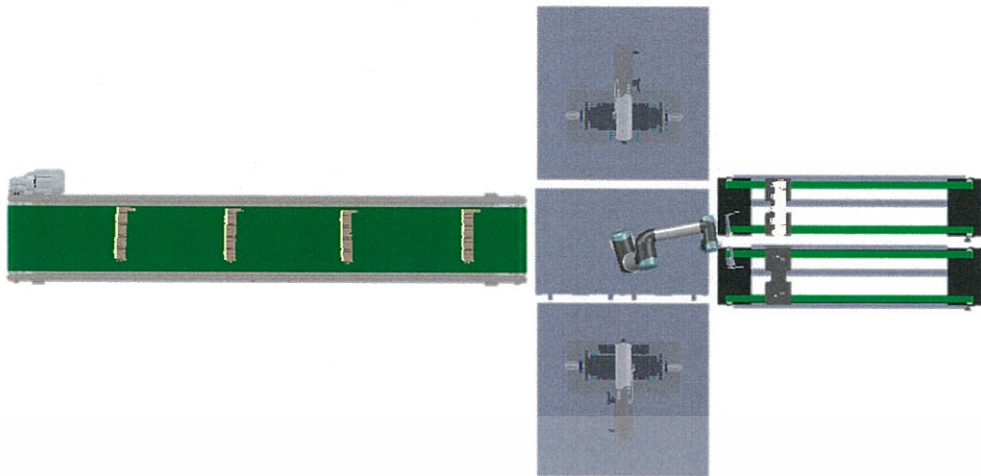
3.2) การวาง Layout

ในการใช้แรงงานมนุษย์เพื่อดำเนินการนั้น มีข้อจำกัดในหลายๆด้าน ทั้งนี้การใช้แรงงานมนุษย์เพื่อหยิบชิ้นงานเข้าไปในเครื่องเชื่อมแล้วรอจนเชื่อมชิ้นงานเสร็จแล้วนำชิ้นงานออกจากเครื่องเชื่อมจากนั้นนำมาวางให้คนอื่นทำต่อไป ซึ่งโรงงานเล็งเห็นว่าไม่คุ้มกับค่าแรงที่จ่าย ดังนั้นจึงนำเอาระบบอัตโนมัติเข้ามาทำงานแทน เพื่อที่จะได้ผลผลิตที่มากขึ้นในอนาคตและจะเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือแล้วยังสร้างมาตรฐานให้เกิดความพึงพอใจต่อลูกค้า อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนในระยะยาว โดยจะใช้หุ่นยนต์มาแทนที่คน ซึ่งหุ่นยนต์จะทำหน้าที่เหมือนคนคือหยิบชิ้นงานแล้วนำไปเข้าเครื่องเชื่อมรอจนเชื่อมชิ้นงานเสร็จแล้วหยิบออกมาจากเครื่องเชื่อมจากนั้นนำไปวางให้คนอื่นทำอย่างอื่นต่อไป



รูปที่ 3.5 แบบจำลองสายการผลิตทั้งสายแบบ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

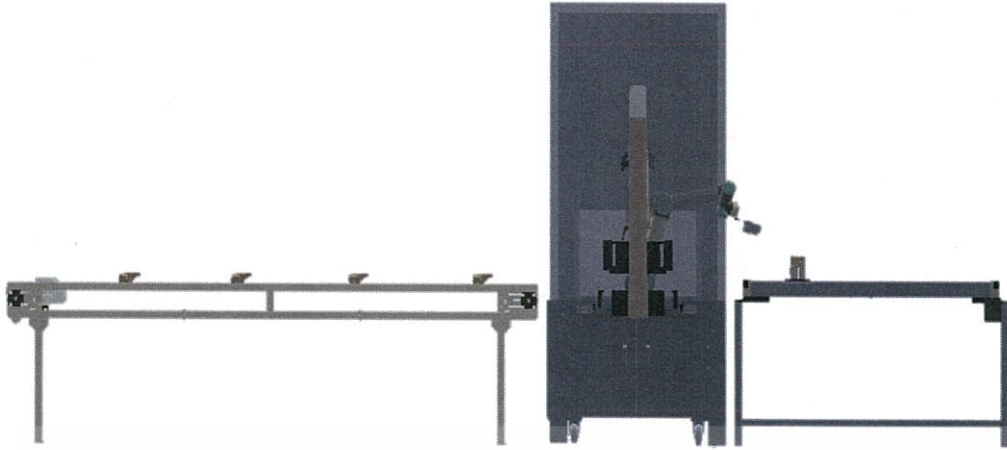


รูปที่ 3.6 แบบจำลองสายการผลิตด้านบนแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3.7 แบบจำลองสายการผลิตด้านหน้าแบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



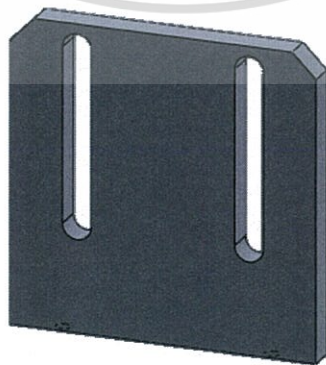
รูปที่ 3.8 แบบจำลองสายการผลิตด้านช่างแบบอัตโนมัติ

3.3) การออกแบบหัวจับ

3.3.1) ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบหัวจับ

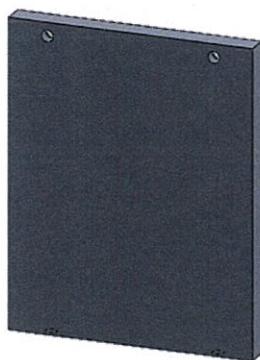


รูปที่ 3.9 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks



รูปที่ 3.10 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

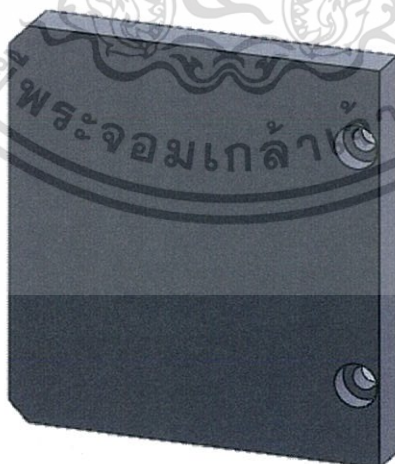
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

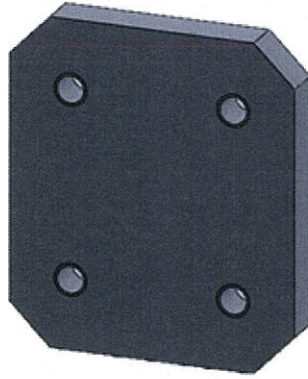


รูปที่ 3.12 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

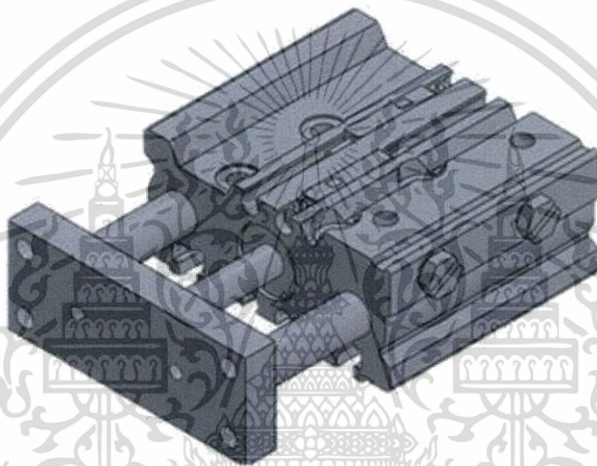


รูปที่ 3.13 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

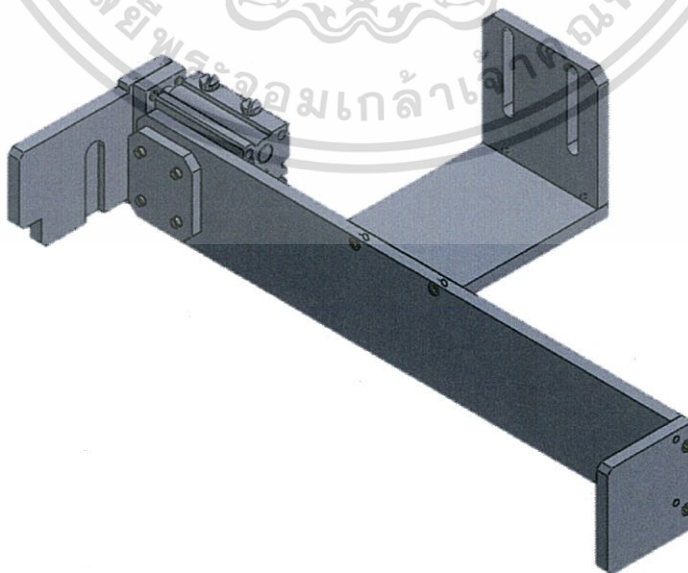
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks



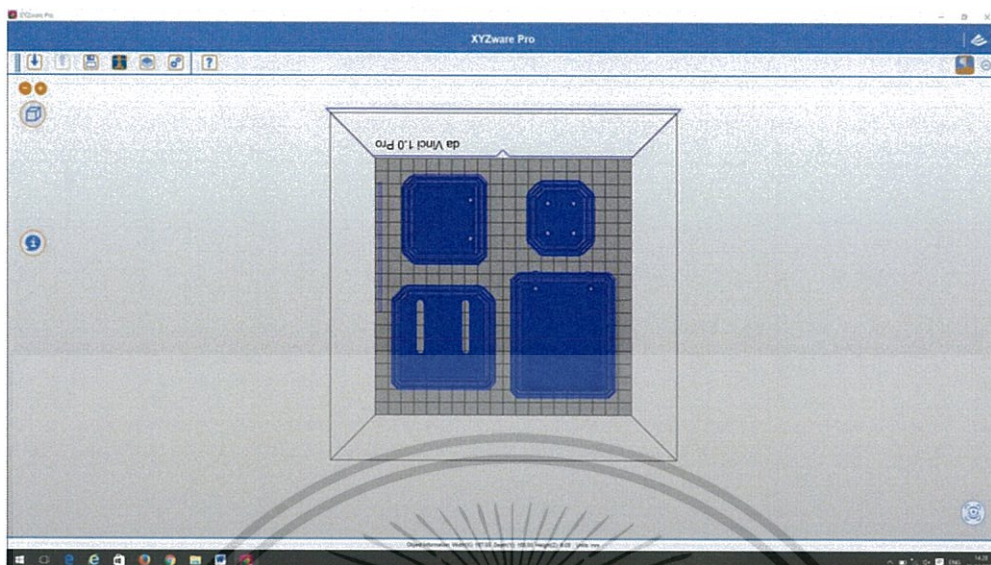
รูปที่ 3.15 แบบ 3D ของ Cylinder ที่ใช้เป็นตัวจับและปล่อย



รูปที่ 3.16 แบบ 3D ของหัวจับที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2) ทำการขึ้นรูปชิ้นส่วนหัวจับ โดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ



รูปที่ 3.17 ชิ้นส่วนหัวจับในโปรแกรม XYZware Pro

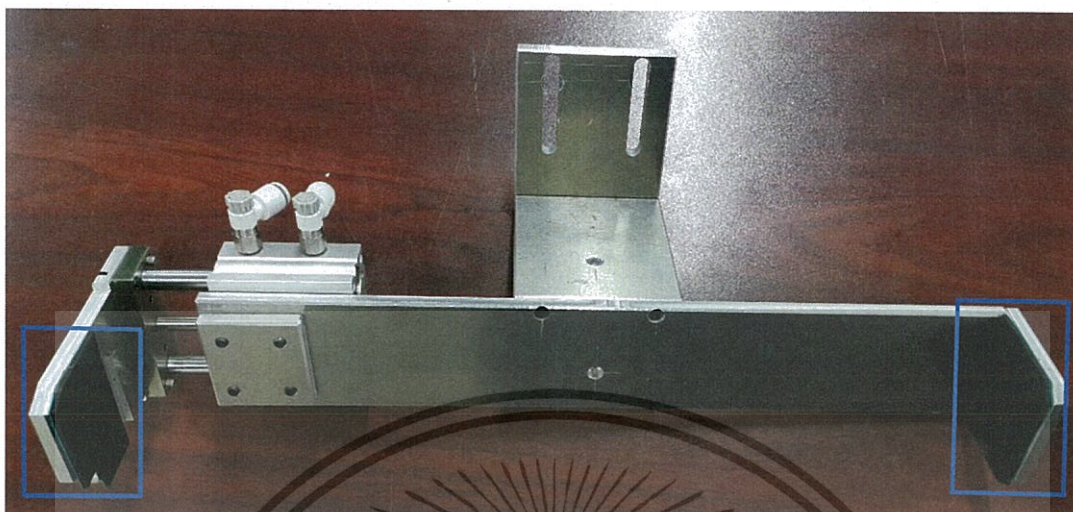
- 3.3.3) ทำการประกอบชิ้นส่วนของหัวจับที่ได้ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- 3.3.4) นำชิ้นส่วนหัวจับที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน
- 3.3.5) ทำการแก้ไขหัวจับ
- 3.3.6) นำหัวจับไปให้ทางโรงงานขึ้นรูป เพื่อจะได้นำหัวจับมาใช้งานจริง โดยการเซฟไฟล์ SolidWorks เป็น STEP และเอาแบบ 2D ที่แสดงขนาดของชิ้นส่วนหัวจับไปด้วย ซึ่งวัสดุที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นส่วนของหัวจับจะเป็นอลูมิเนียม
- 3.3.7) ทำการประกอบชิ้นส่วนของหัวจับที่ให้ทางโรงงานขึ้นรูปให้ เพื่อที่จะนำมาใช้งานจริง



รูปที่ 3.18 ประกอบหัวจับที่ใช้งานจริงเสร็จเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8) ทำการตัดแผ่น ESD แล้วนำมาติดทั้ง 2 ข้างตรงส่วนที่โดนชิ้นงาน เพื่อกันไม่ให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายหรือรอยขีดข่วน



รูปที่ 3.19 ติดแผ่น ESD ทั้ง 2 ข้าง

3.3.9) นำหัวจับที่ใช้งานจริงมาทดลองใช้งาน โดยทำการจับชิ้นงานทั้ง 2 แบบ

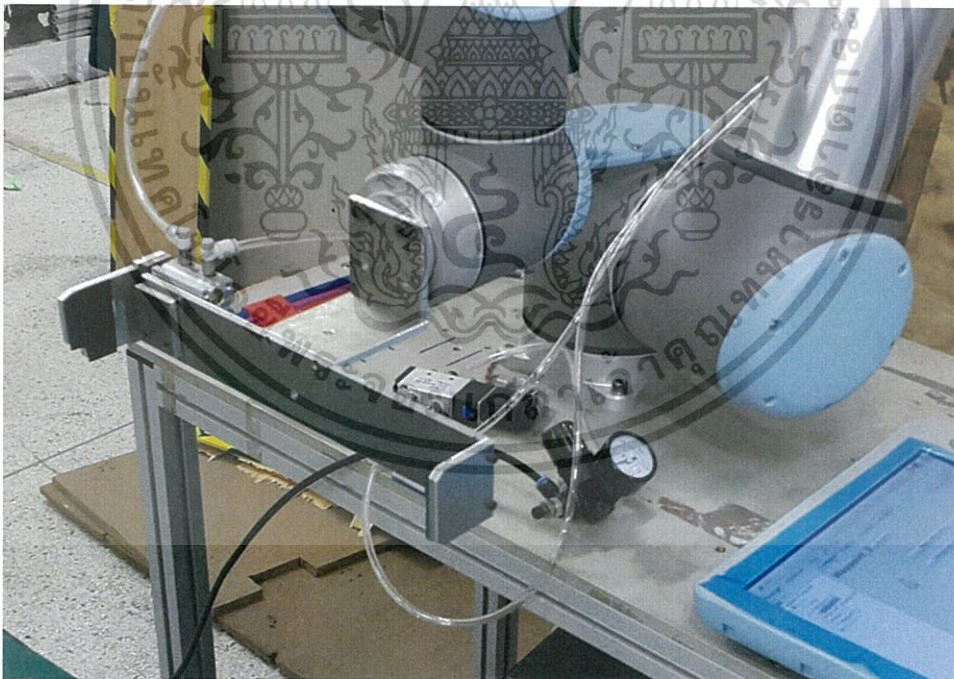


รูปที่ 3.20 แสดงการจับชิ้นงานที่ชื่อ Citrine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงการจับชิ้นงานที่ชื่อ Venus

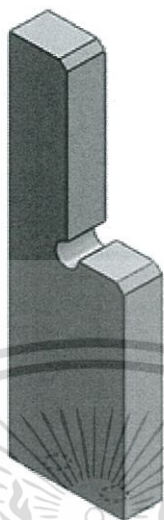


รูปที่ 3.22 ติดหัวจับตรงหัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4) การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine

3.4.1) ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบตัวยึดชิ้นงาน

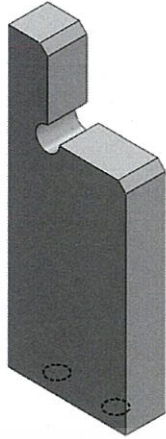


รูปที่ 3.23 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

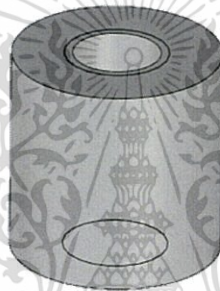


รูปที่ 3.24 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

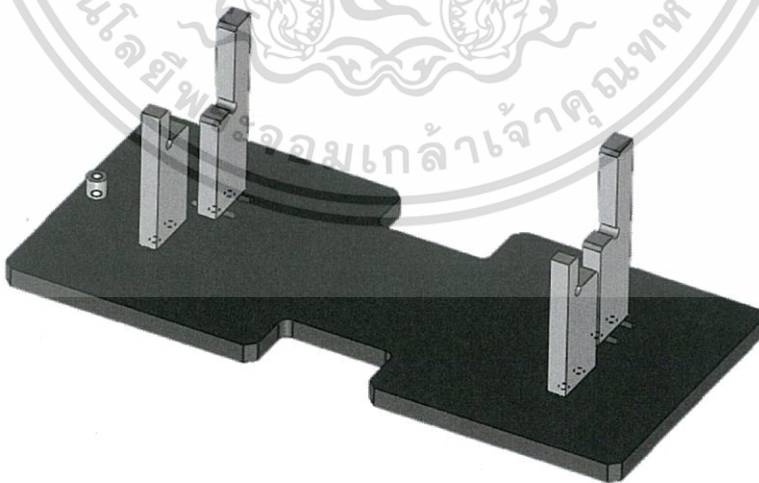
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks



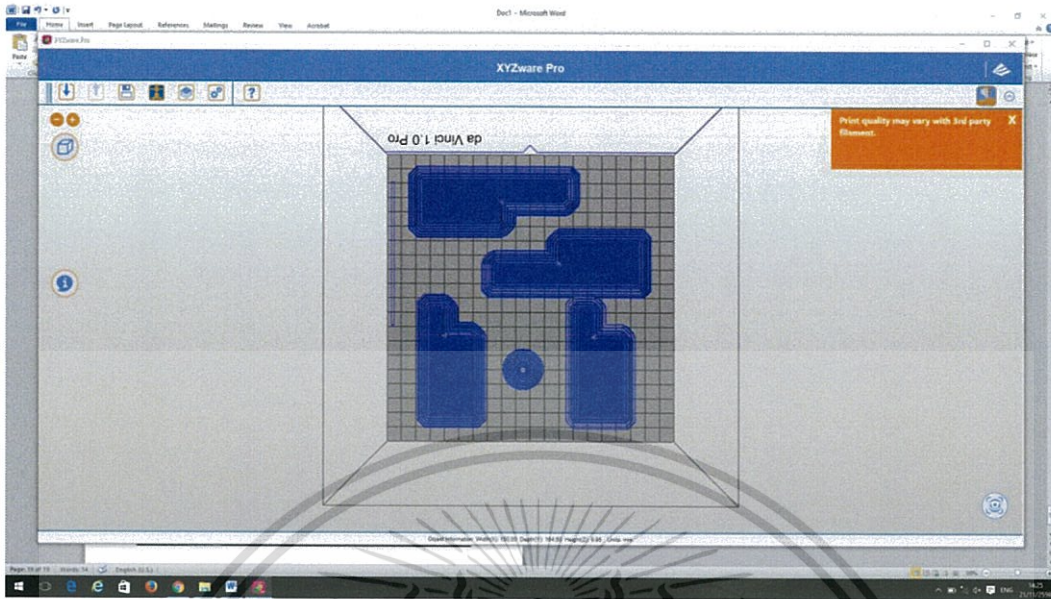
รูปที่ 3.26 แบบ 3D แสดงส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks



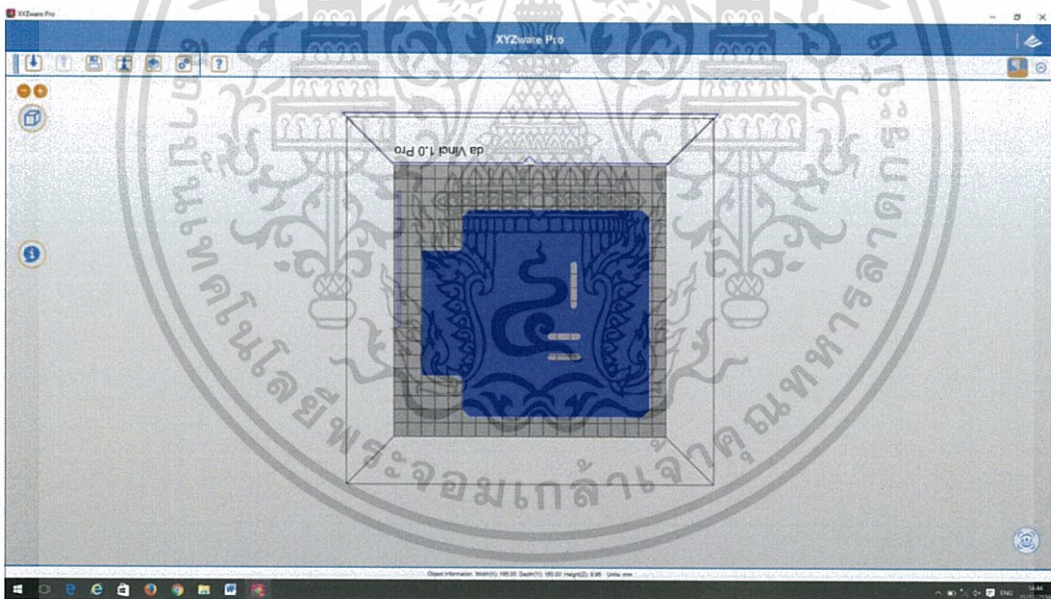
รูปที่ 3.27 แบบ 3D แสดงตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2) ทำการขึ้นรูปตัวยัดชิ้นงาน โดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

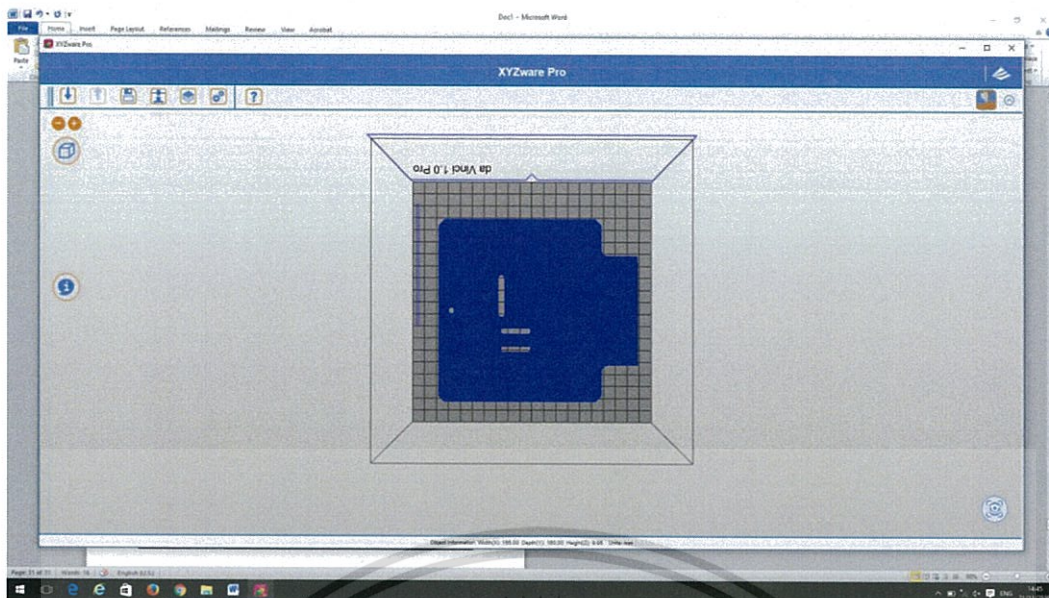


รูปที่ 3.28 ลักษณะชิ้นส่วนตัวยัดชิ้นงานของ Citrine ในโปรแกรม XYZware Pro



รูปที่ 3.29 ลักษณะชิ้นส่วนตัวยัดชิ้นงานของ Citrine ในโปรแกรม XYZware Pro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



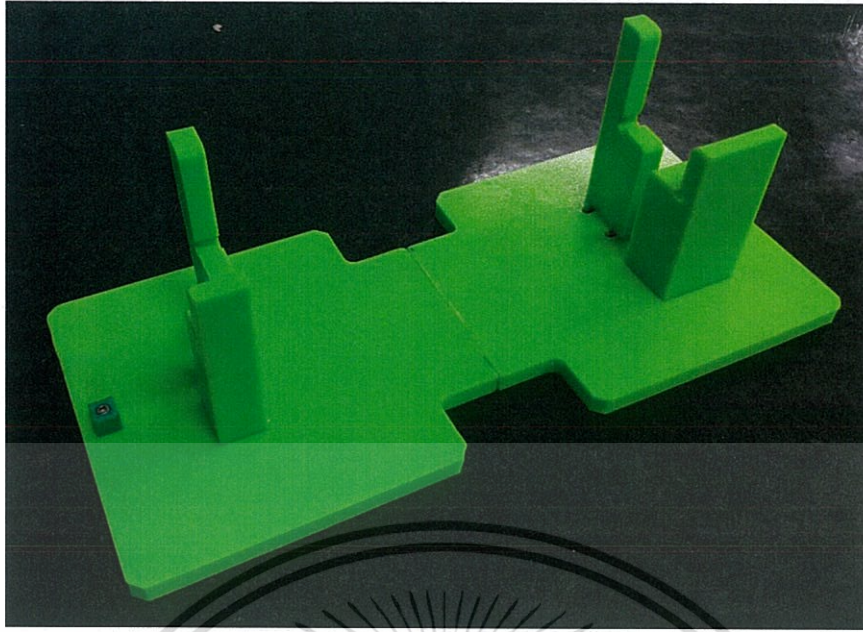
รูปที่ 3.30 ลักษณะชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ในโปรแกรม XYZware Pro

3.4.3) ทำการประกอบชิ้นส่วนของตัวยึดชิ้นงานที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ในการขึ้นรูป



รูปที่ 3.31 ชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.32 ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.4.4) นำตัวยึดชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน



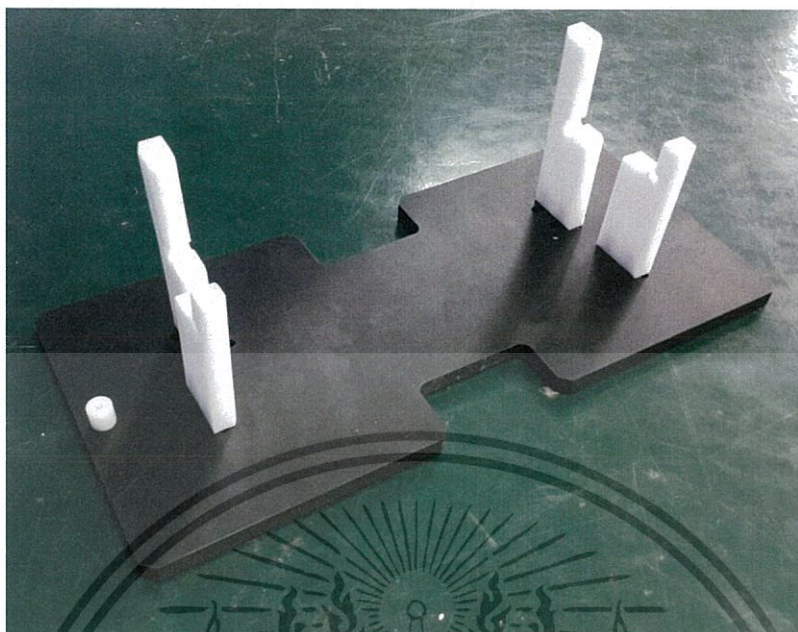
รูปที่ 3.33 นำตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน

3.4.5) ทำการแก้ไขตัวยึดชิ้นงาน

3.4.6) นำตัวยึดชิ้นงานไปให้ทางโรงงานขึ้นรูป เพื่อนำตัวยึดชิ้นงานมาใช้งานจริง โดยการเซฟไฟล์ SolidWorks เป็น STEP และเอาแบบ 2D ที่แสดงขนาดของส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานไปด้วย ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำฐานจะเป็น Bakelite และที่เป็นแท่งกันไว้ไม่ให้ชิ้นงานขยับไปมาวัสดุที่ใช้ทำเป็น POM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7) ทำการประกอบชิ้นส่วนของตัวยึดชิ้นงานที่ให้ทางโรงงานขึ้นรูปให้ เพื่อนำมาใช้งานจริง



รูปที่ 3.34 ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้งานจริงเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.4.8) นำตัวยึดชิ้นงานมาทดลองใช้งาน โดยนำชิ้นงานมาวางบนตัวยึดชิ้นงานแล้วลองนำชิ้นงานออกจากตัวยึดชิ้นงาน

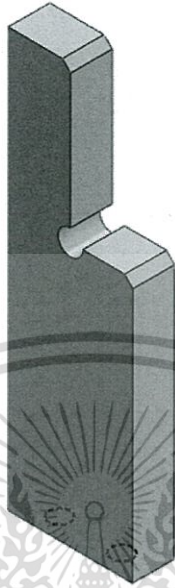


รูปที่ 3.35 นำตัวยึดชิ้นงานของ Citrine ที่ใช้งานจริงมาทดลองใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) การออกแบบตัวยึดชิ้นงานของ Venus

3.5.1) ใช้โปรแกรม SolidWorks ในการออกแบบตัวยึดชิ้นงาน

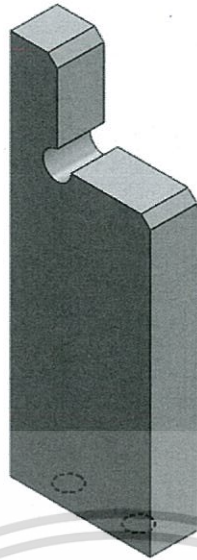


รูปที่ 3.36 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

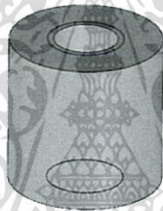


รูปที่ 3.37 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

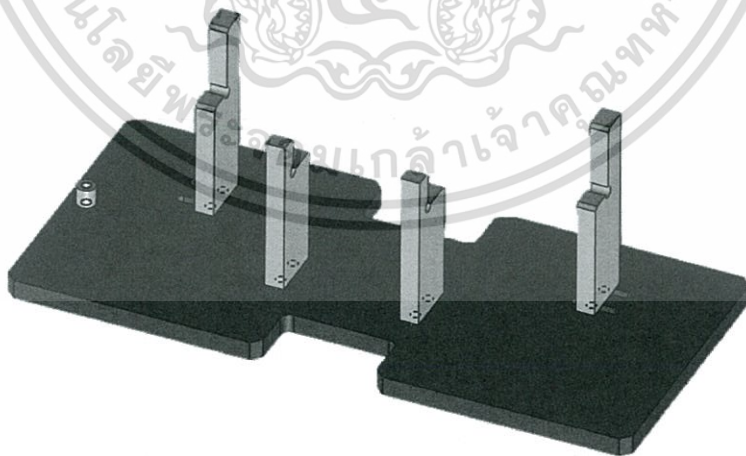
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks



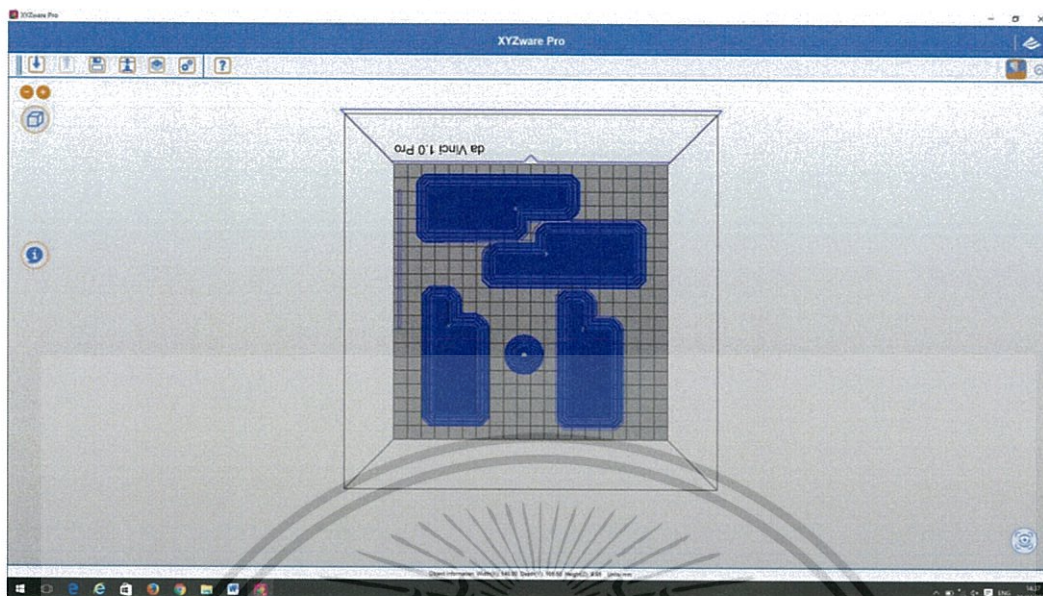
รูปที่ 3.39 แบบ 3D แสดงชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks



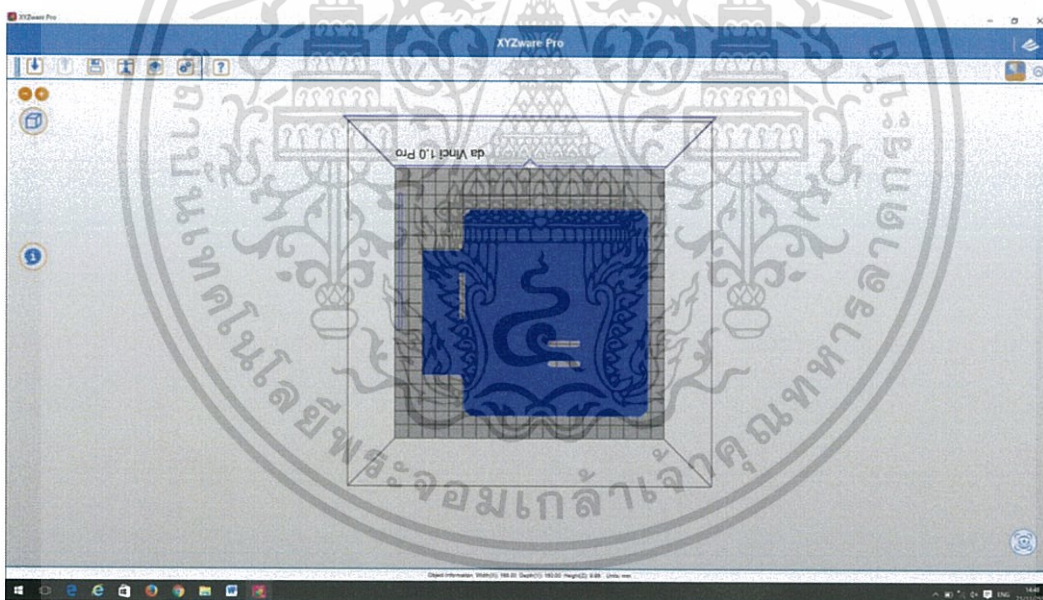
รูปที่ 3.40 แบบ 3D แสดงตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้โปรแกรม SolidWorks

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2) ทำการขึ้นรูปตัวยัดชิ้นงาน โดยใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ

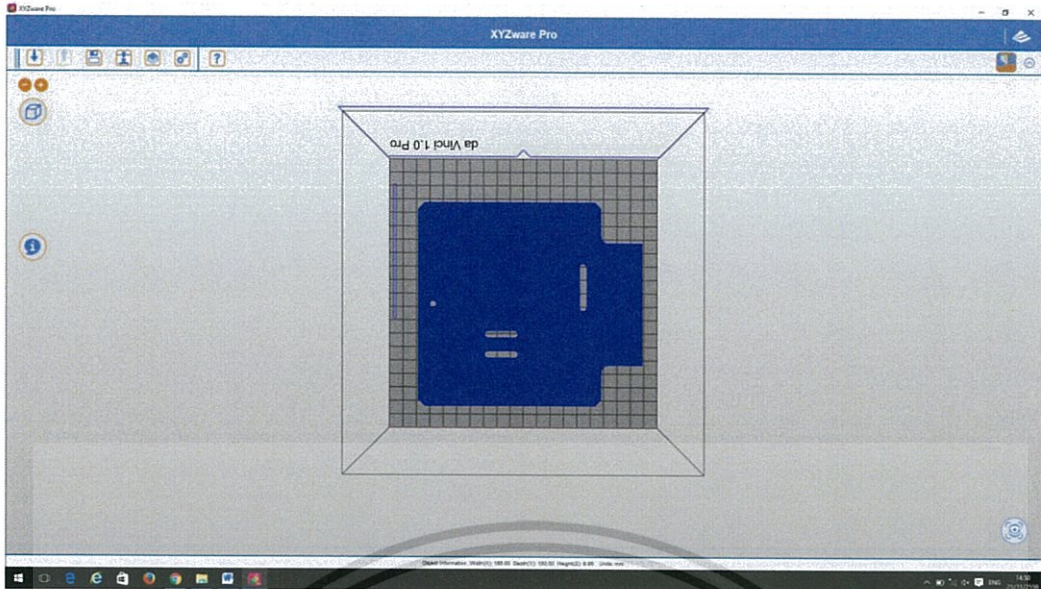


รูปที่ 3.41 ชิ้นส่วนตัวยัดชิ้นงานของ Venus ในโปรแกรม XYZware Pro



รูปที่ 3.42 ชิ้นส่วนตัวยัดชิ้นงานของ Venus ในโปรแกรม XYZware Pro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



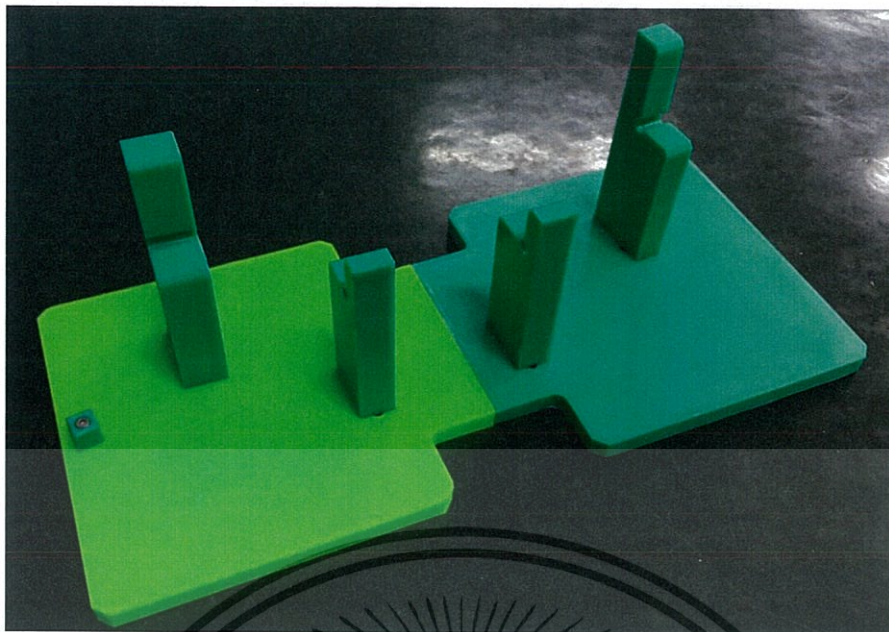
รูปที่ 3.43 ชั้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ในโปรแกรม XYZware Pro

3.5.3) ทำการประกอบชิ้นส่วนของตัวยึดชิ้นงานที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ในการขึ้นรูป



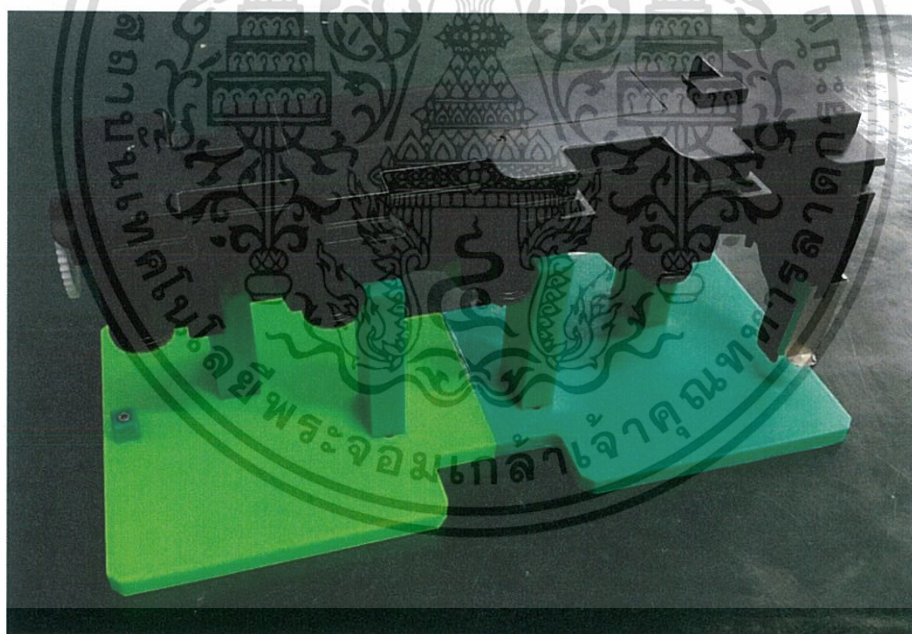
รูปที่ 3.44 ชั้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติ ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.5.4) นำตัวยึดชิ้นงานที่ขึ้นรูปด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน



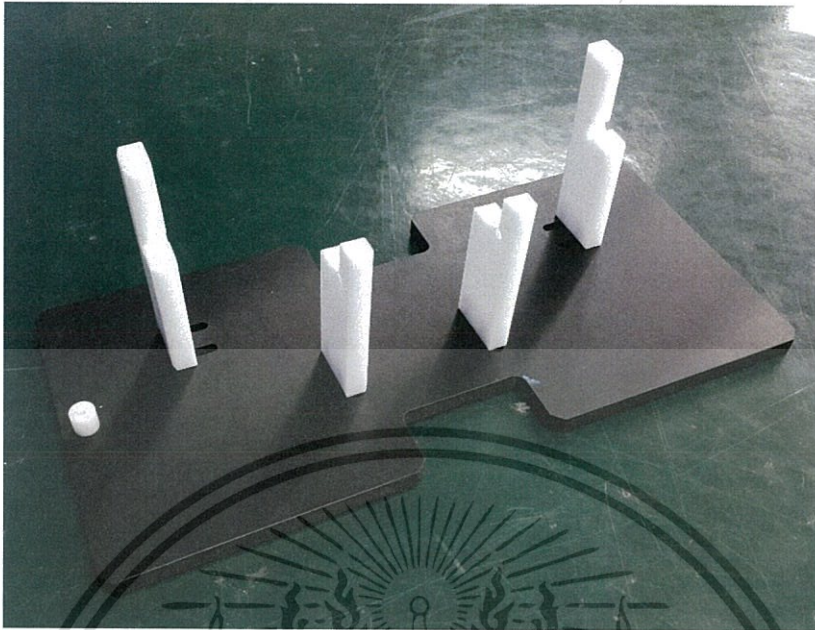
รูปที่ 3.46 นำตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วมาทดลองใช้งาน

3.5.5) ทำการแก้ไขตัวยึดชิ้นงาน

3.5.6) นำตัวยึดชิ้นงานไปให้ทางโรงงานขึ้นรูป เพื่อนำตัวยึดชิ้นงานมาใช้งานจริง โดยการเซฟไฟล์ SolidWorks เป็น STEP และเอาแบบ 2D ที่แสดงขนาดของส่วนประกอบตัวยึดชิ้นงานไปด้วย ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำฐานจะเป็น Bakelite และที่เป็นแท่งกันไว้ไม่ให้ชิ้นงานขยับไปมาวัสดุที่ใช้ทำเป็น POM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.7) ทำการประกอบชิ้นส่วนของตัวยึดชิ้นงานที่ให้ Machine Shop ขึ้นรูปให้ เพื่อนำมาใช้งานจริง



รูปที่ 3.47 ประกอบ ตัวยึดชิ้นงาน ของ Venus ที่ใช้งานจริงเสร็จเรียบร้อยแล้ว

3.5.8) นำตัวยึดชิ้นงานมาทดลองใช้งาน โดยนำชิ้นงานมาวางบนตัวยึดชิ้นงานแล้วลองนำชิ้นงานออกจากตัวยึดชิ้นงาน



รูปที่ 3.48 นำตัวยึดชิ้นงานของ Venus ที่ใช้งานจริงมาทดลองใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง โดยจะทดสอบในส่วนของหัวจับและตัวยึดชิ้นงานเป็นหลัก ซึ่งจะทดสอบในเรื่องของการจับและปล่อยชิ้นงาน ความเร็วตอนเคลื่อนที่ขณะจับชิ้นงานอยู่ ตัวยึดชิ้นงานอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือไม่ โดยหัวจับจะติดอยู่กับหัวหุ่นยนต์ ซึ่งชิ้นงานนั้นจะมี 2 แบบคือ Citrine และ Venus โดยชิ้นงานทั้ง 2 แบบนั้นจะแยกเป็น 2 ชั้นที่ประกบกัน ซึ่งส่วนที่หัวจับได้จับจะเป็นส่วนตัวถึงและส่วนด้านบนเป็นฝาครอบวางประกบ ดังนั้นเวลาเคลื่อนที่ไปมาชิ้นงานทั้ง 2 แบบจะต้องไม่หล่นและตอนจับจะไม่สร้างความเสียหายและรอยขีดข่วนให้แก่ชิ้นงานทั้ง 2 แบบ ซึ่งจะแสดงได้ดังต่อไปนี้

- 4.1) การทดลองที่ 1 ทดสอบการจับและปล่อยชิ้นงาน
- 4.2) การทดลองที่ 2 ทดสอบความเร็วตอนเคลื่อนที่ขณะจับชิ้นงานอยู่
- 4.3) การทดลองที่ 3 ทดสอบว่าตัวยึดชิ้นงานอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือไม่

4.1 การทดลองที่ 1 ทดสอบการจับและปล่อยชิ้นงาน

การทดลองนี้จะเป็นการทดสอบเกี่ยวกับหัวจับที่ได้ออกแบบมานั้น สามารถจับและปล่อยชิ้นงานที่มี 2 แบบได้หรือไม่

4.1.1 วิธีการทดลอง

1. วางชิ้นงานบนตัวยึดชิ้นงาน
2. ให้หัวจับไปอยู่บริเวณที่จะจับชิ้นงาน
3. ปรับความดันลมที่ 2 บาร์
4. สั่ง output ไปยัง solenoid valve เพื่อให้ Cylinder จับชิ้นงาน
5. เคลื่อนไปตำแหน่งที่จะวาง
6. สั่ง output ไปยัง solenoid valve เพื่อให้ Cylinder ปล่อยชิ้นงาน

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองจากการจับและปล่อย Citrine

ความดันลม (Bar)	ครั้งที่	ผลที่เกิดขึ้น	
		จับ	ปล่อย
2	1	✓	✓
	2	✓	✓
	3	✓	✓
	4	✓	✓
	5	✓	✓
	6	✓	✓
	7	✓	✓
	8	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	9	✓	✓
	10	✓	✓

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองจากการจับและปล่อย Venus

ความดันลม (Bar)	ครั้งที่	ผลที่เกิดขึ้น	
		จับ	ปล่อย
2	1	✓	✓
	2	✓	✓
	3	✓	✓
	4	✓	✓
	5	✓	✓
	6	✓	✓
	7	✓	✓
	8	✓	✓
	9	✓	✓
	10	✓	✓

4.2 การทดลองที่ 2 ทดสอบความเร็วตอนเคลื่อนที่ขณะจับชิ้นงานอยู่

การทดลองนี้จะเป็นการทดสอบเกี่ยวกับความเร็วของหุ่นยนต์ตอนเคลื่อนไปจับชิ้นงานและนำชิ้นงานออกมาแล้วนำไปวาง จะดูว่าความเร็วที่เปลี่ยนไปส่งผลต่อการจับชิ้นงานหรือไม่

4.2.1 วิธีการทดลอง

1. วางชิ้นงานบนตัวยึดชิ้นงาน
2. ปรับความเร็วหุ่นยนต์ที่ต้องการทดสอบ
3. ปรับความดันลมที่ 2 บาร์
4. เคลื่อนหุ่นยนต์ไปตำแหน่งจับชิ้นงานที่วางอยู่บนตัวยึดชิ้นงาน
5. สั่ง output ไปยัง solenoid valve เพื่อให้ Cylinder จับชิ้นงาน
6. เคลื่อนไปที่ตำแหน่งวาง
7. สั่ง output ไปยัง solenoid valve เพื่อให้ Cylinder ปล่อยชิ้นงาน

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองจากการเปลี่ยนความเร็วตอนจับ Citrine

ความดันลม (Bar)	ความเร็ว (%)	ผลที่เกิดขึ้น
2	10	-
	20	-
	30	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	40	-
	50	-
	60	-
	70	-
	80	-
	90	-
	100	-

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองจากการเปลี่ยนความเร็วตอนจับ Venus

ความดันลม (Bar)	ความเร็ว (%)	ผลที่เกิดขึ้น
2	10	-
	20	-
	30	-
	40	-
	50	-
	60	-
	70	-
	80	-
	90	-
	100	-

4.3) การทดลองที่ 3 ทดสอบว่าตัวยึดชิ้นงานอยู่ที่ตำแหน่งเดิมหรือไม่

การทดลองนี้จะเป็นการทดสอบเกี่ยวกับเวลาที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปจับชิ้นงานแล้วนำชิ้นงานออกมาจากตัวยึดชิ้นงาน ตอนที่เคลื่อนไปจับและนำออกมาตัวยึดชิ้นงานนั้นได้มีการขยับจากตำแหน่งเดิมหรือไม่

4.3.1 วิธีการทดลอง

1. ระบุตำแหน่งของตัวยึดชิ้นงาน
2. วางชิ้นงานบนตัวยึดชิ้นงาน
3. ปรับความเร็วหุ่นยนต์ที่ 50%
4. ปรับความดันลมที่ 2 บาร์
5. เคลื่อนหุ่นยนต์ไปตำแหน่งจับชิ้นงานที่วางอยู่บนตัวยึดชิ้นงาน
6. สั่ง output ไปยัง solenoid valve เพื่อให้ Cylinder จับชิ้นงาน
7. เคลื่อนไปที่ตำแหน่งวาง
8. สั่ง output ไปยัง solenoid valve เพื่อให้ Cylinder ปลดชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ไปจับ Citrine และนำออกมา

ความดันลม (Bar)	ความเร็ว (%)	ครั้งที่	ผลที่เกิดขึ้น
2	50	1	-
		2	-
		3	-
		4	-
		5	-
		6	-
		7	-
		8	-
		9	-
		10	-

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการเคลื่อนที่ไปจับ Venus และนำออกมา

ความดันลม (Bar)	ความเร็ว (%)	ครั้งที่	ผลที่เกิดขึ้น
2	50	1	-
		2	-
		3	-
		4	-
		5	-
		6	-
		7	-
		8	-
		9	-
		10	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ จะกล่าวสรุปผลการทดลองต่างๆ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำการวิจัย รวมถึงข้อเสนอนะที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดของโครงการ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจับและปล่อยชิ้นงานทั้ง 2 แบบที่วางบนตัวยึดชิ้นงานของตัวเอง ซึ่งใช้ความดันลม 2 บาร์ในการจับ และความดันลมตอนปล่อย 1 บาร์ โดยทำการทดลองจับและปล่อยชิ้นงานจำนวน 10 ครั้ง ปรากฏว่าสามารถจับชิ้นงานที่วางอยู่บนตัวยึดชิ้นงานแล้วเคลื่อนไปยังตำแหน่งวาง แล้วก็สามารถปล่อยชิ้นงานตรงตำแหน่งวางได้

จากการทดลองเปลี่ยนความเร็วของหุ่นยนต์ตอนเคลื่อนไปจับชิ้นงานและนำชิ้นงานออกมาแล้วนำไปวาง ปรากฏว่าความเร็วที่เปลี่ยนไปไม่ได้ทำให้ฝาครอบหรือตัวถังหล่นขณะเคลื่อนที่

จากการทดลองเวลาที่หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปจับชิ้นงานแล้วนำชิ้นงานออกมาจากตัวยึดชิ้นงาน โดยได้ทำการทดลองให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปจับชิ้นงานที่วางอยู่บนตัวยึดชิ้นงานแล้วนำชิ้นงานออกมาวางจำนวน 10 ครั้ง ปรากฏว่าตัวยึดชิ้นงานยังอยู่ที่ตำแหน่งเดิม

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ในส่วนของตัวยึดชิ้นงานต้องปรับชิ้นส่วนทั้ง 4 ชั้นที่ใช้ยึดชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานอยู่นิ่งและไม่แน่นจนเกินไป

5.2.2 หัวจับที่ทำมาจากอลูมิเนียม ตอนจับอาจจะสร้างความเสียหายหรือรอยขีดข่วนได้

5.2.3 ถ้าใช้ความดันลมแรงมาก ตอนจับชิ้นงานอาจทำให้ชิ้นงานเสียหายและเกิดรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน ดังนั้นจะต้องมาคอยปรับความดันลม เพื่อที่จะช่วยลดแรงลมเพื่อไม่ให้แรงเกินไป

5.2.4 ตอนใช้เครื่องพิมพ์ 3 มิติต้องใช้เวลาในการขึ้นรูปชิ้นส่วนของหัวจับและตัวยึดชิ้นงานนานมากและบางที่หัว Feed เส้นเกิดการตันที่หัวทำให้ Feed เส้นออกมาไม่ได้ และบางที่เส้นก็หมดจะต้องมาเปลี่ยนใส่เส้นใหม่ และบางที่ก็ชิปที่เป็นตัวบอกวาล์วเส้นเหลือเท่าไร นั้นหมดต้องไปรีเซ็ตชิปอีกแล้วบางที่ก็มีคนใช้เครื่องอยู่จะต้องรอกันกว่าจะใช้เครื่องเสร็จ

5.2.5 ตอนประกอบชิ้นส่วนของหัวจับและตัวยึดชิ้นงานต้องใช้เวลาหาเนื้อมาใส่ เพราะบางที่ไม่มีเบอร์เนื้อนั้น บางทีก็สั้นหรือยาวไปและบางทีก็อยู่ไม่เป็นที่ทำให้ทำได้ยาก

5.2.6 ตอนนำหัวจับและตัวยึดชิ้นงานไปให้ทางโรงงานขึ้นรูปให้ ทางโรงงานไม่ยอมขึ้นรูปให้ทำให้เสียเวลาต้องกลับมาแก้แบบจนกว่าทางโรงงานจะยอมขึ้นรูป

5.2.7 เนื่องจากตัวยึดชิ้นงานของทั้ง Citrine และ Venus เวลาประกอบฐานกับแท่งที่ไว้ยึดชิ้นงานแล้วจะต้องมาปรับ เพื่อที่จะให้ชิ้นงานวางและเอาออกง่ายๆ ซึ่งตอนปรับนั้นทำได้ยาก เพราะตัวฐานได้ทำเป็น slot ไว้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาหัวจับและตัวยึดชิ้นงาน

5.3.1 เนื่องจากหัวจับทำมาจากอลูมิเนียม ตอนจับชิ้นงานอาจทำให้ชิ้นงานเสียหายหรือเกิดรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน ดังนั้นอาจต้องเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำหัวจับ เพื่อให้เวลาตอนจับชิ้นงานจะได้ไม่ทำให้ชิ้นงานเสียหายและสร้างรอยขีดข่วนบนชิ้นงาน เพราะชิ้นงานที่จับเป็นวัสดุจำพวกพลาสติก

5.3.2 เนื่องจาก Air Cylinder ที่เป็นอุปกรณ์ใช้จับและปล่อยชิ้นงานมีขนาดใหญ่ อาจจะต้องเปลี่ยน Cylinder ให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้เวลาเข้าไปวางชิ้นงานนั้น จะได้มีเนื้อที่ในการวางและขยับหัวจับมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก www.stemedthailand.org/?knowstem=สะเต็มศึกษาและการออกแบบ
- [2] Solidworks. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://solidworkweb.blogspot.com/>
- [3] ค่าความปลอดภัย Factor of Safety. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://www.scribd.com/doc/52822740/ค-ความปลอดภัย-Factor-of-Safety>
- [4] แขนกลอุตสาหกรรม (Industrial Robot Arms). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก http://www.tpa.or.th/writer/read_this_book_topic.php?bookID=1004&pageid=3&read=true&count=true
- [5] โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve). (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://นิวเมติก.com/solenoid-valve-work/>
- [6] นิวเมติกไฟฟ้าเบื้องต้น. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2559, จาก http://eng.sut.ac.th/me/box/3_54/425311/09%20Pneumatic%20System7.pdf
- [7] บทที่2 อุปกรณ์พื้นฐานในระบบนิวเมติกส์. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2559, จาก http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/Automation02.pdf
- [8] ท่อลม. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2559, จาก www.pneu-hyd.co.th/บทความ-นิวเมติกส์-ไฮดรอลิก/402-polyurethane-tube.html
- [9] อุปกรณ์นิวเมติกส์ที่ใช้ในท่อสาขา. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2559, จาก www.pneu-hyd.co.th/บทความ-นิวเมติกส์-ไฮดรอลิก/406-pneumatic-component.html
- [10] บทที่4 การออกแบบวงจรควบคุมกระบอกสูบพื้นฐาน. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/Automation04.pdf
- [11] Nattawat. 3D Printer คืออะไร. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://www.siamreprep.com/2015/10/what-is-3d-printer/>
- [12] Nattawat. เส้น ABS และ PLA สำหรับ 3D Printer แตกต่างกันอย่างไร. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://www.siamreprep.com/2015/10/3d-printer-difference-between-abs-and-pla/>
- [13] โพลีอะซีทัล Polyacetal (POM). (2557). (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://thaipolychemicals.blogspot.com/2014/01/polyacetal.html>
- [14] Bakelite เบกาไลท์. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก [www.hdpethailand.com/articles/42096683/Bakelite-\(Phenolic\)-แผ่น.html](http://www.hdpethailand.com/articles/42096683/Bakelite-(Phenolic)-แผ่น.html)
- [15] อลูมิเนียม. (ม.ป.ป.). ค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2559, จาก www.siamchemi.com/อลูมิเนียม/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

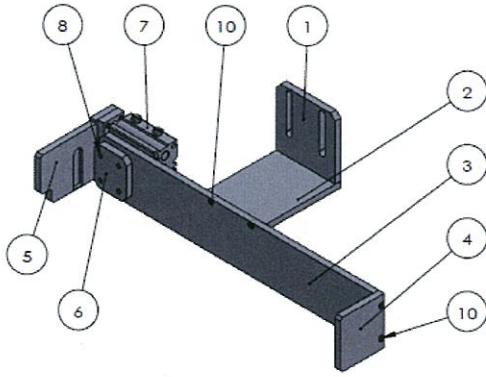


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

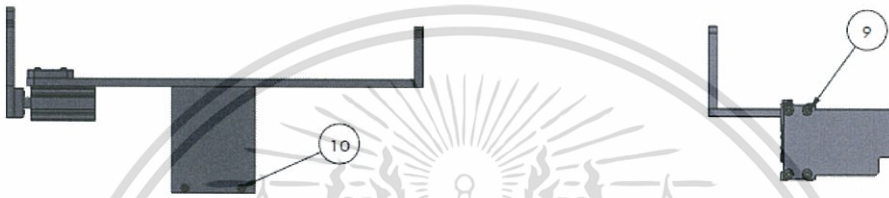


ภาคผนวก ก
แบบ 2D หัวจับ

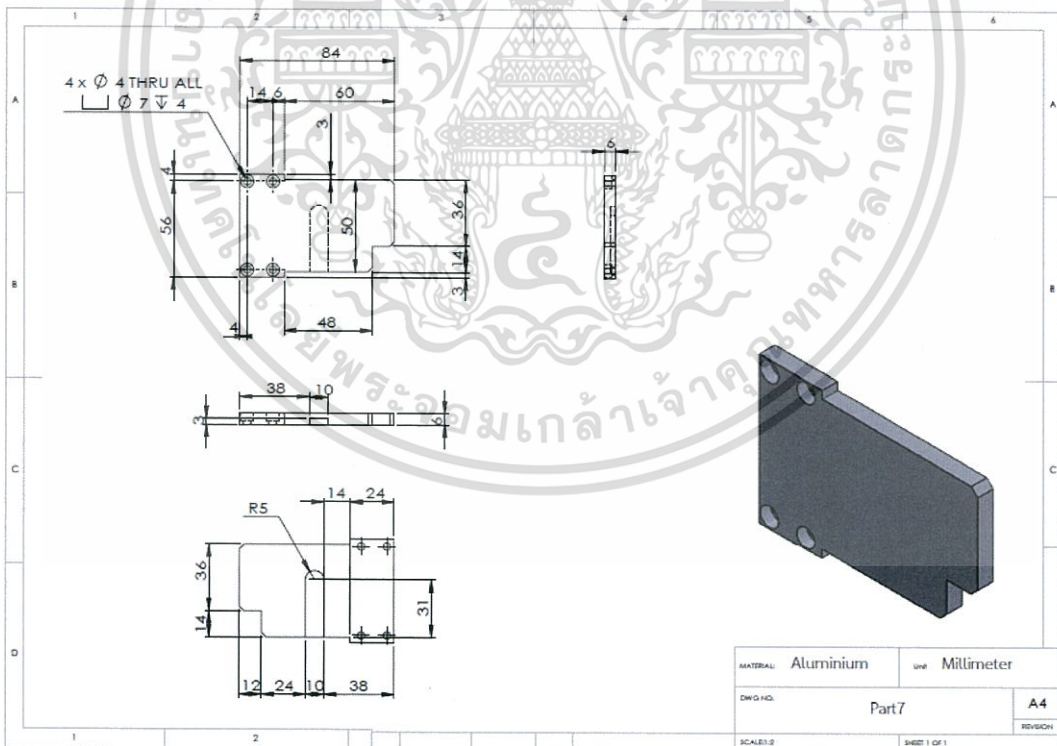
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NO.	PART NAME	QTY.
1	Part1	1
2	Part2	1
3	Part3	1
4	Part4	1
5	Part5	1
6	Part6	1
7	MGFM12-20Z-A93L	1
8	M4 x 35	4
9	M4 x 10	4
10	M3 x 16	6

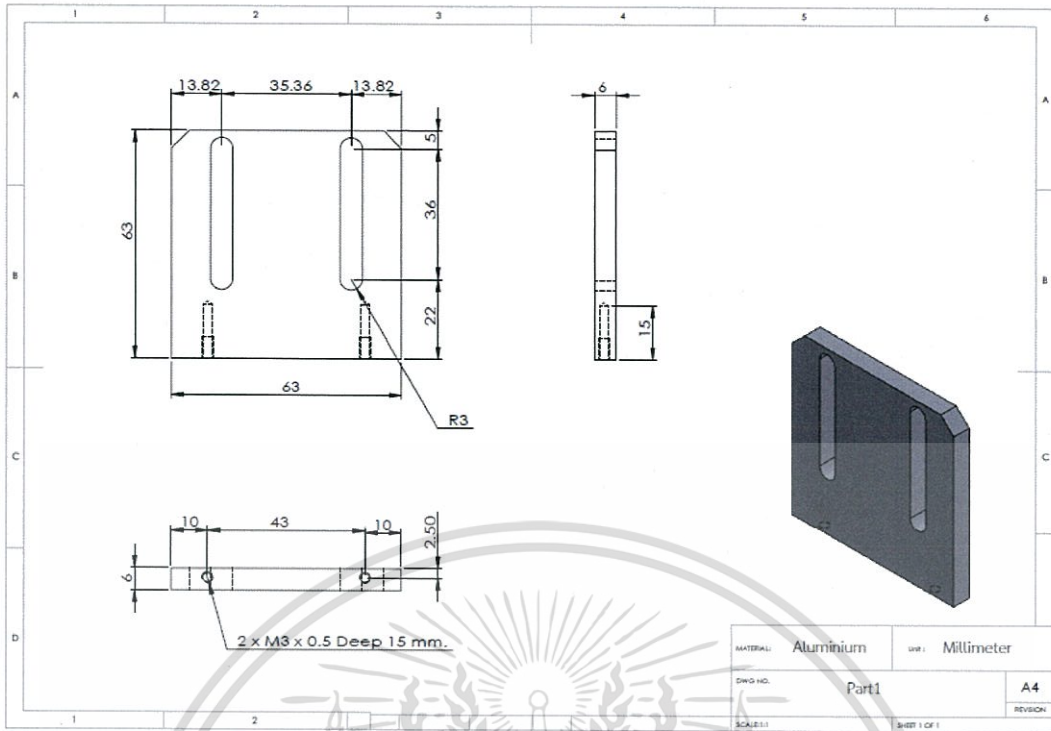


รูปที่ ก.1 แสดงชิ้นส่วนและจำนวนชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบหัวจับ

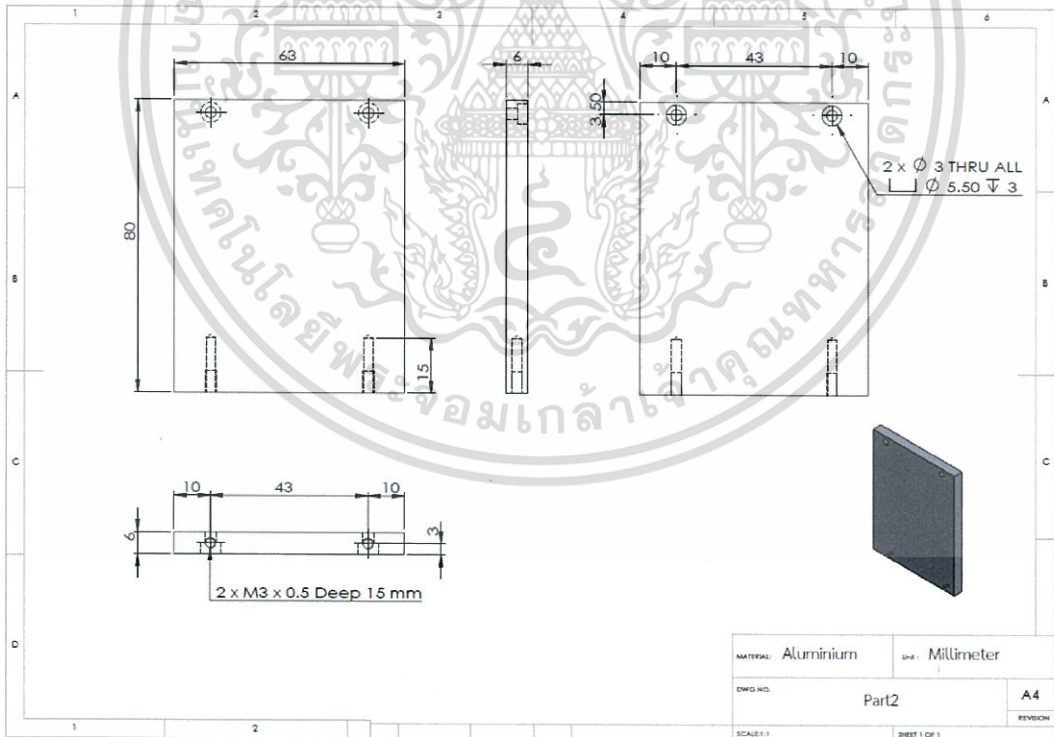


รูปที่ ก.2 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

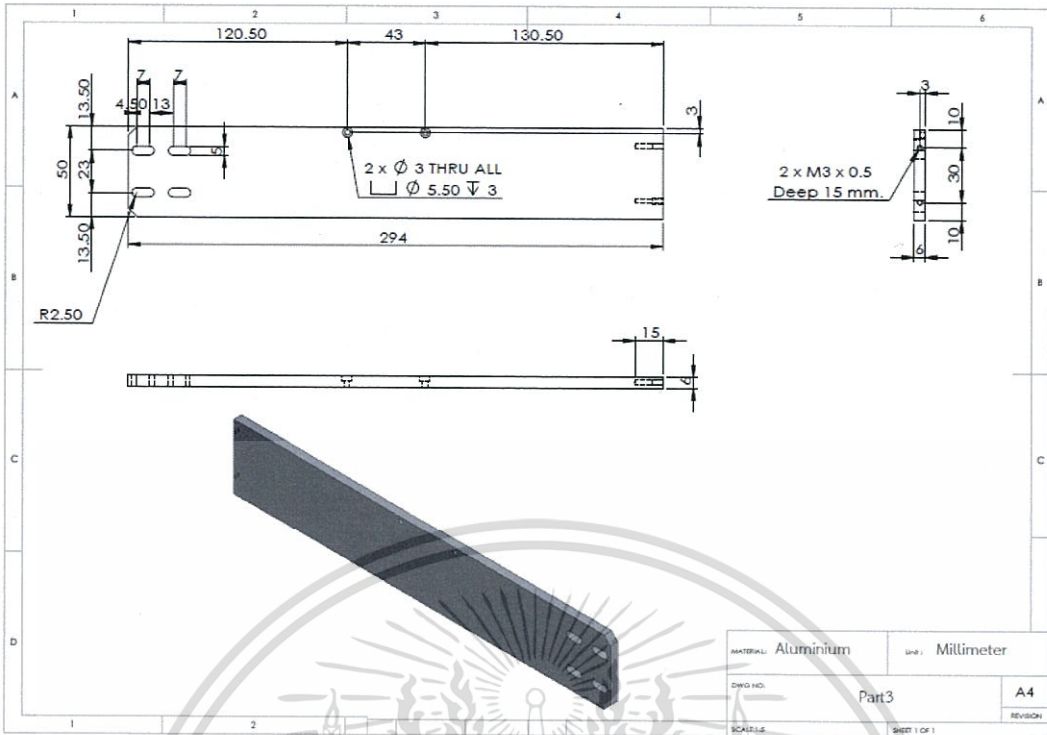


รูปที่ ก.3 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ

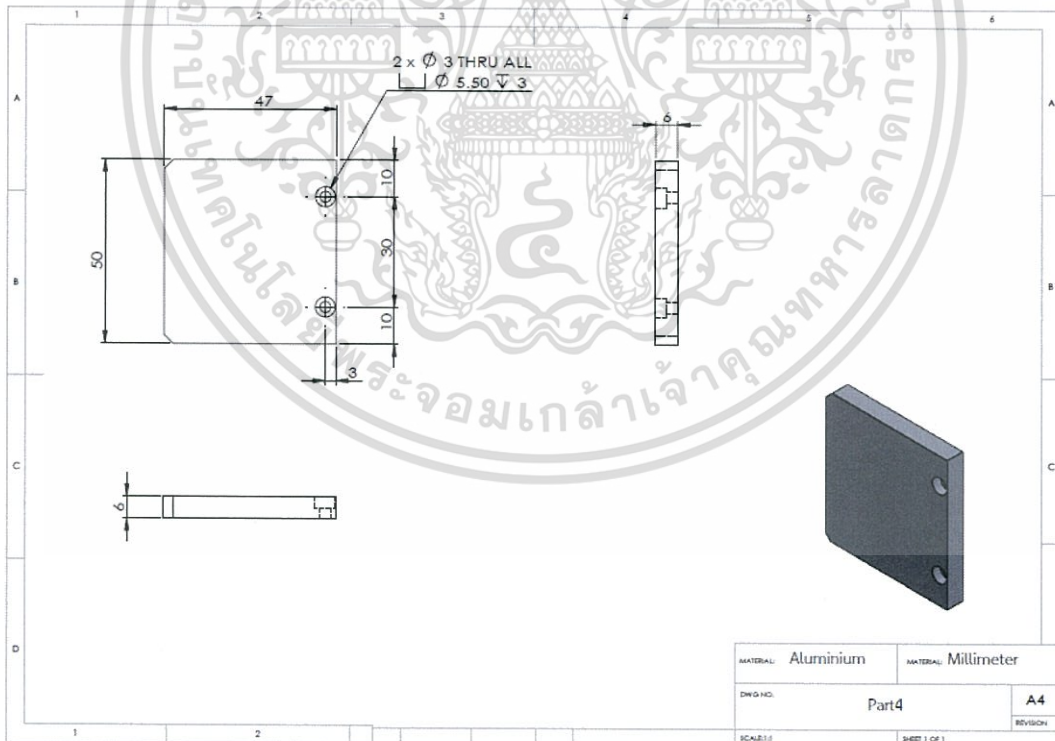


รูปที่ ก.4 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

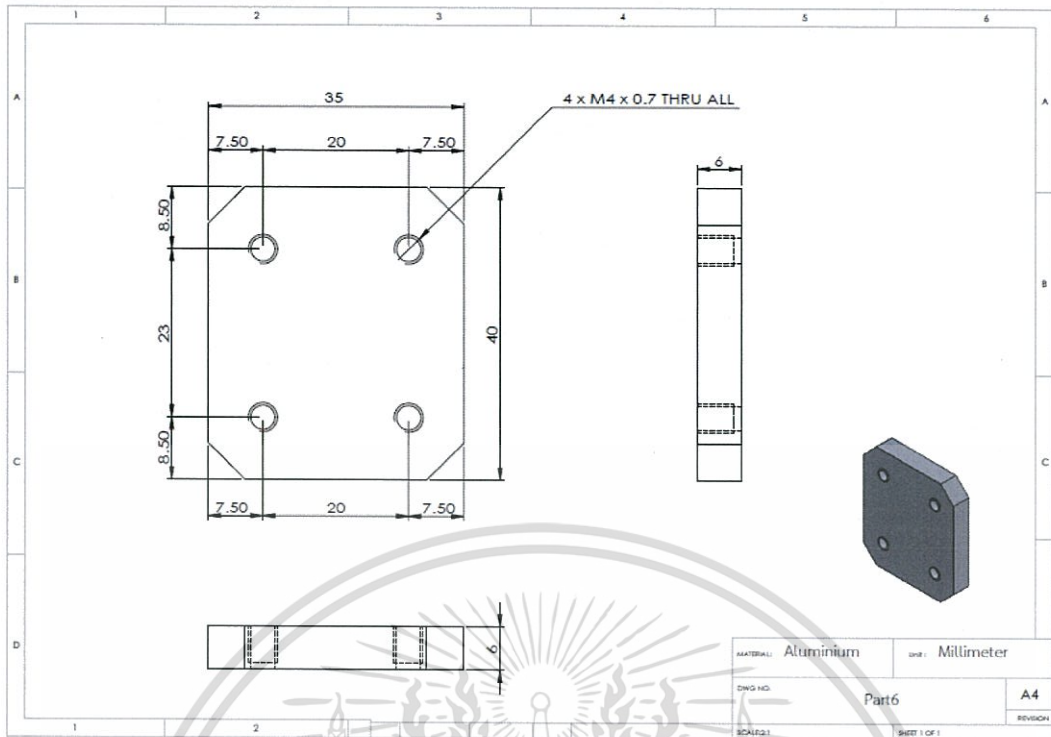


รูปที่ ก.5 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ



รูปที่ ก.6 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

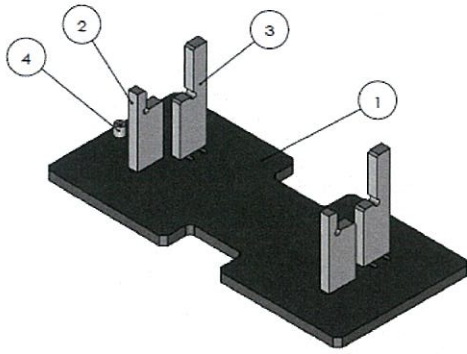


รูปที่ ก.7 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนหัวจับ

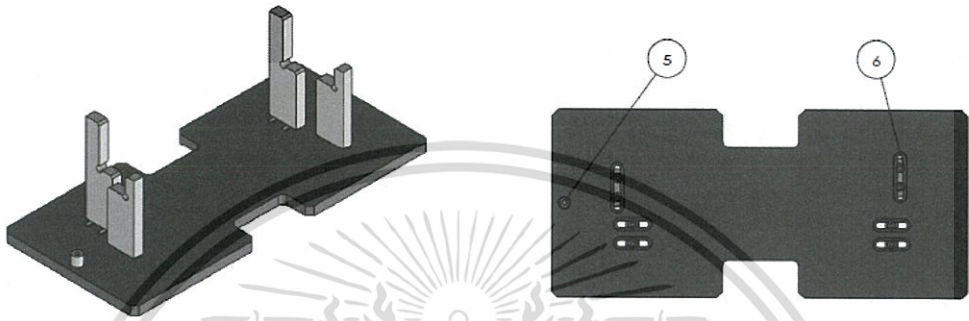
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



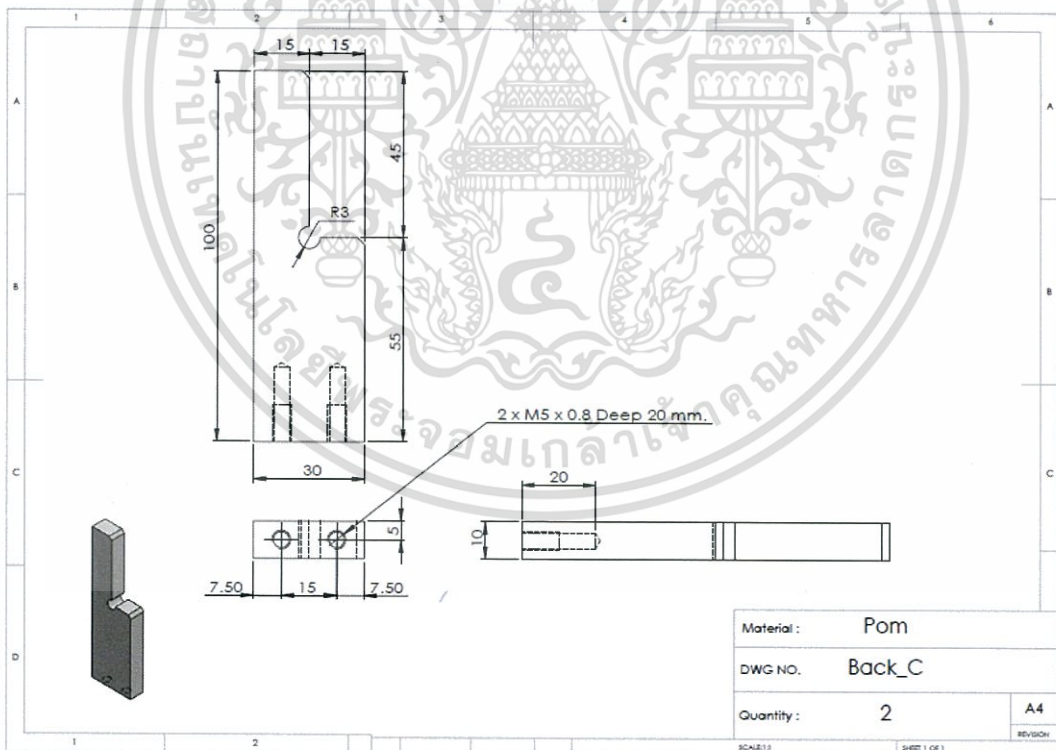
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



NO.	PART NAME	QTY.
1	Base_C	1
2	Front_C	2
3	Back_C	2
4	Block	1
5	M5 x 12	1
6	M4 x 20	8

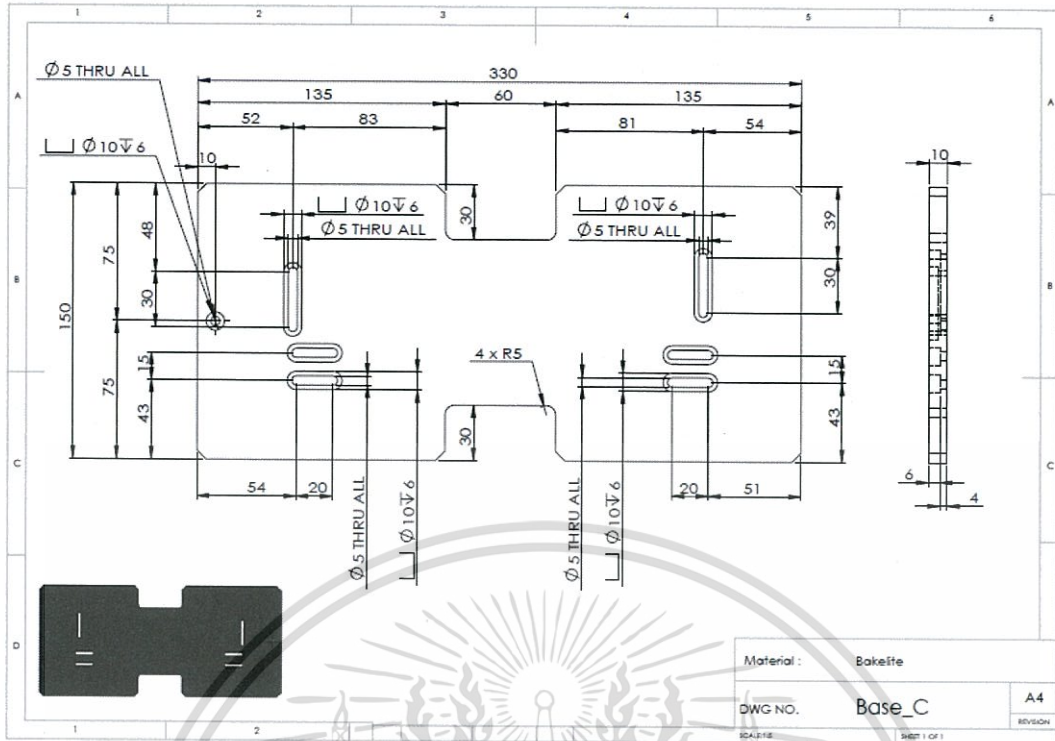


รูปที่ ข.1 แสดงชิ้นส่วนและจำนวนที่ใช้ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Citrine

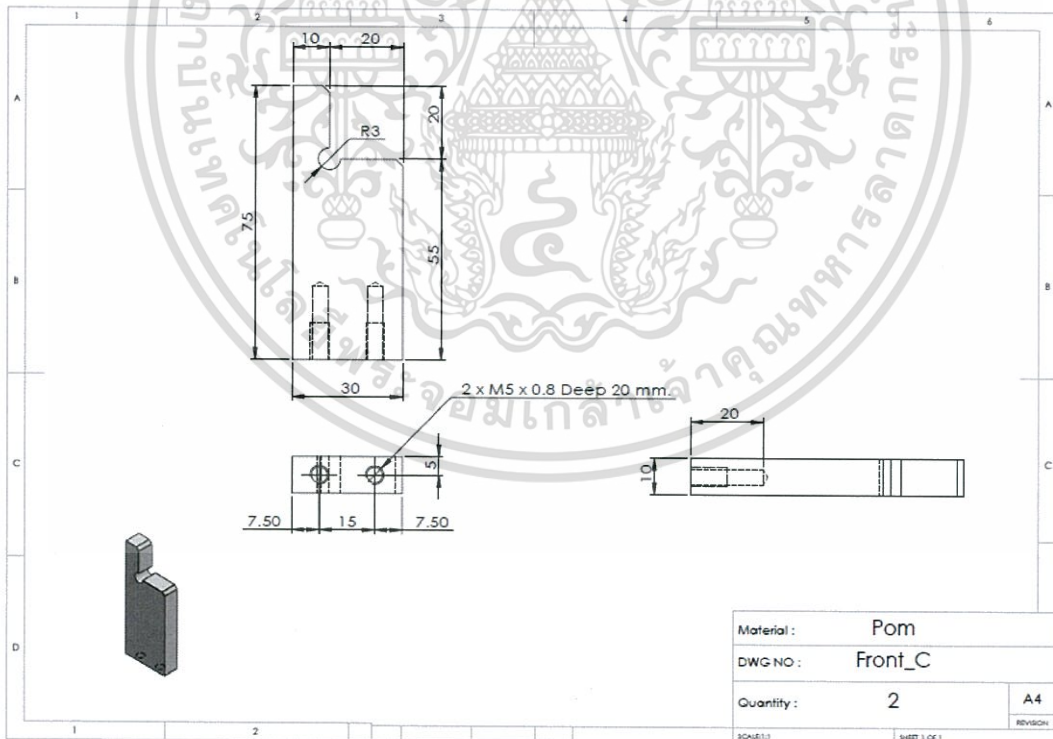


รูปที่ ข.2 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

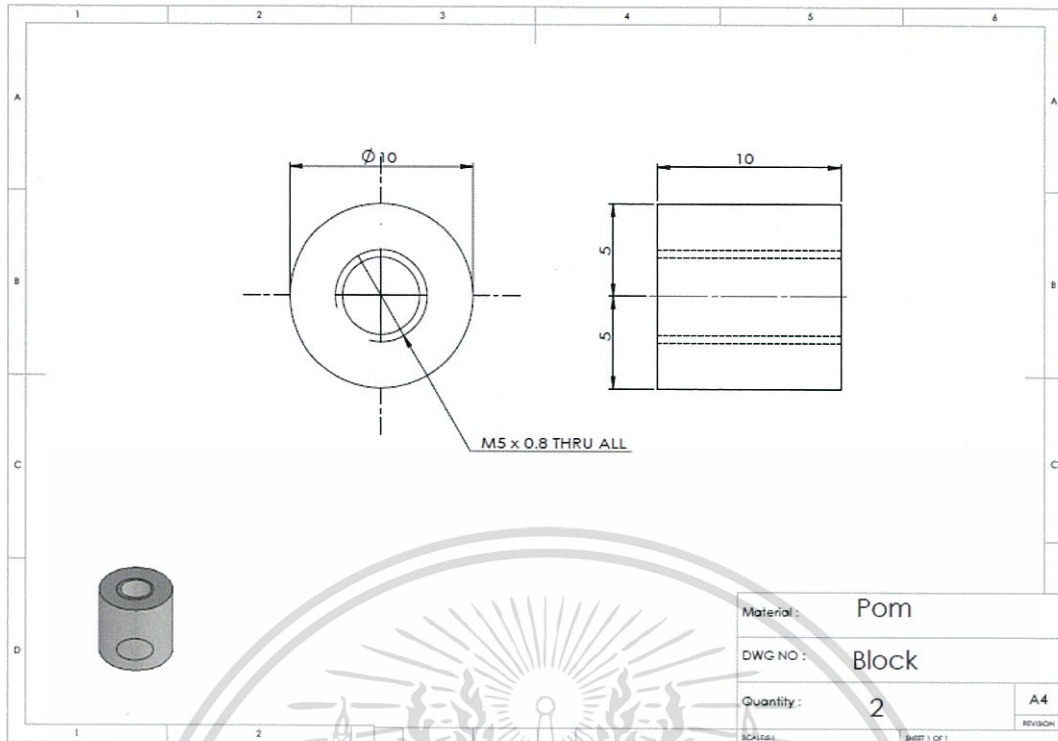


รูปที่ ข.3 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine

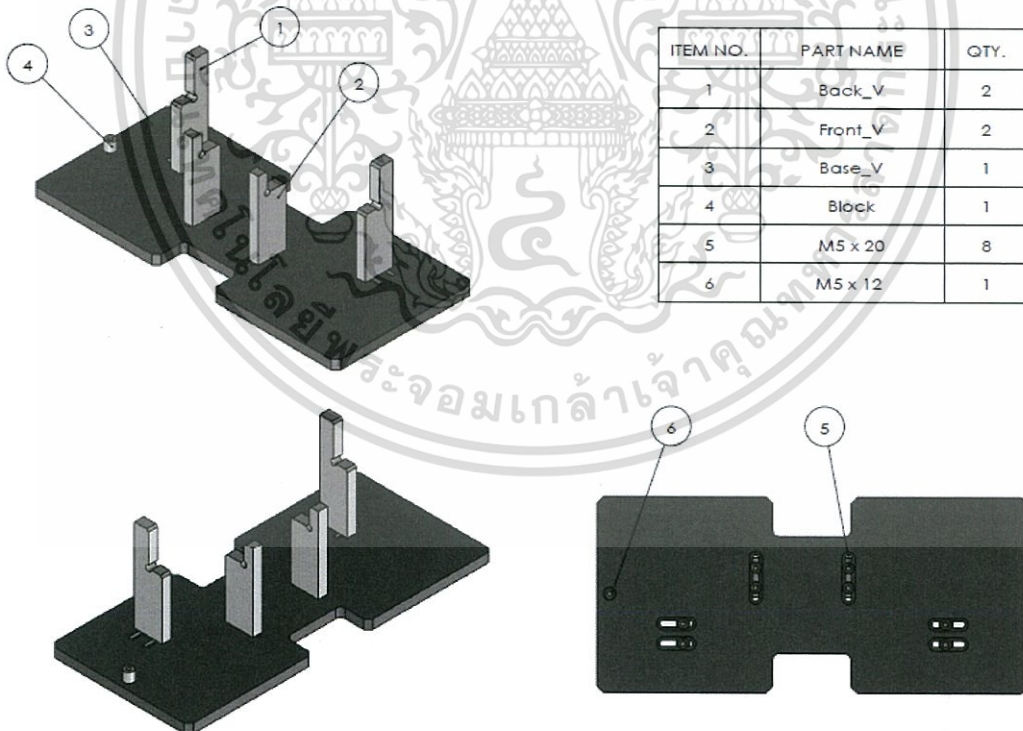


รูปที่ ข.4 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

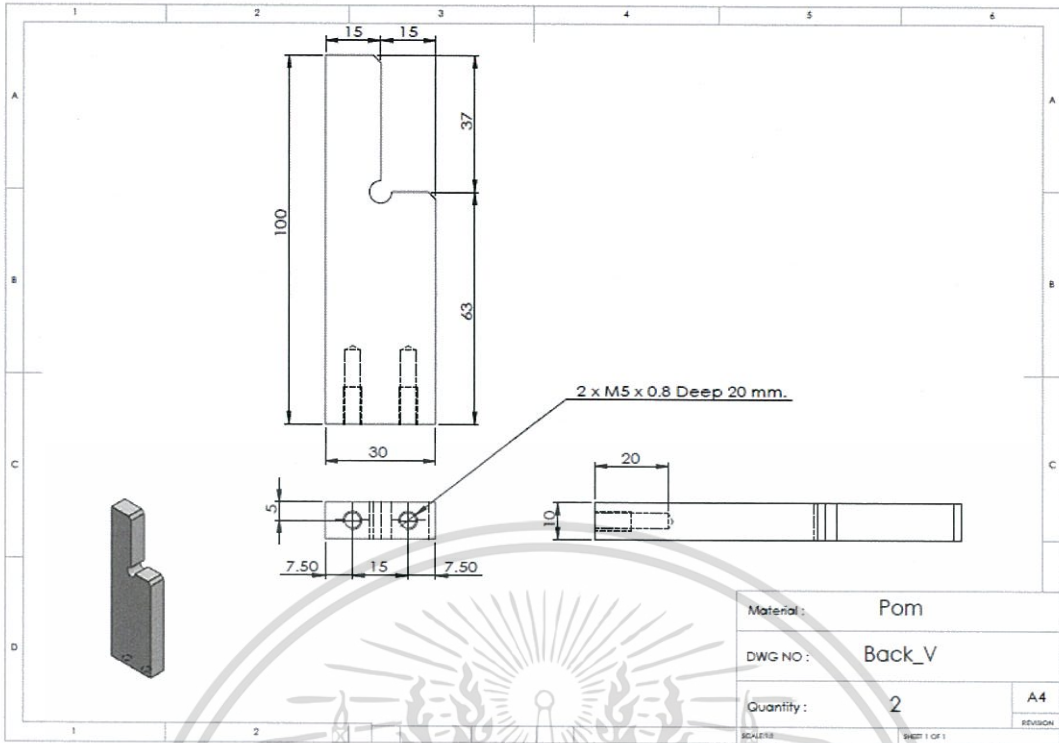


รูปที่ ข.5 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Citrine

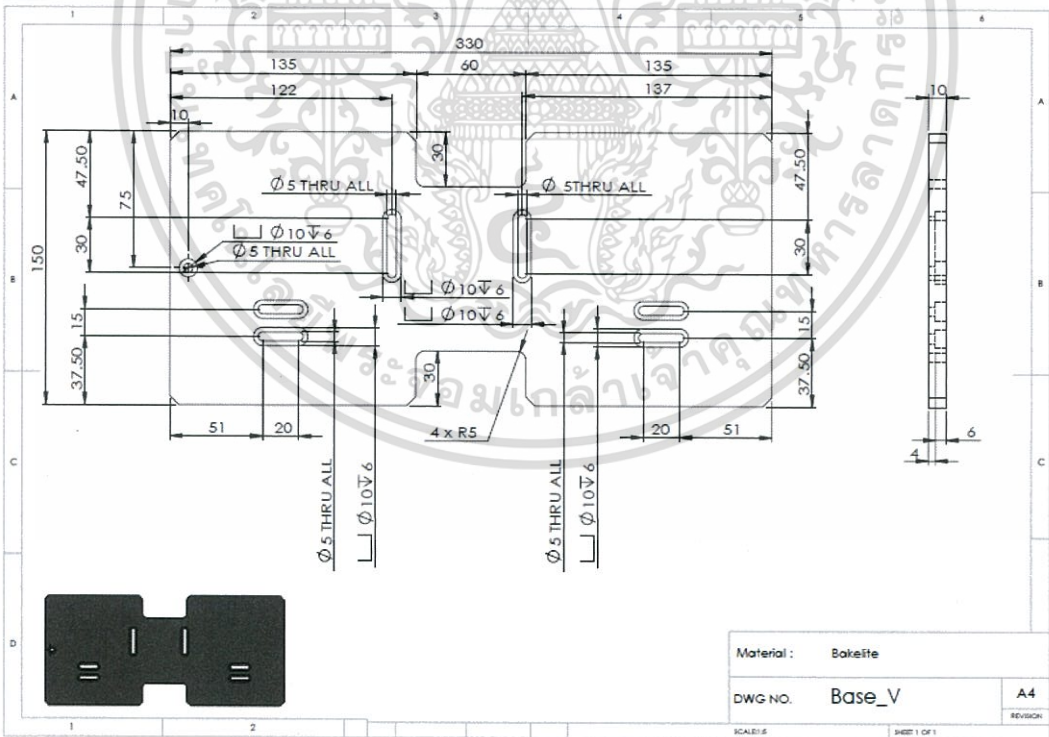


รูปที่ ข.6 แสดงชิ้นส่วนและจำนวนที่ใช้ประกอบตัวยึดชิ้นงานของ Venus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

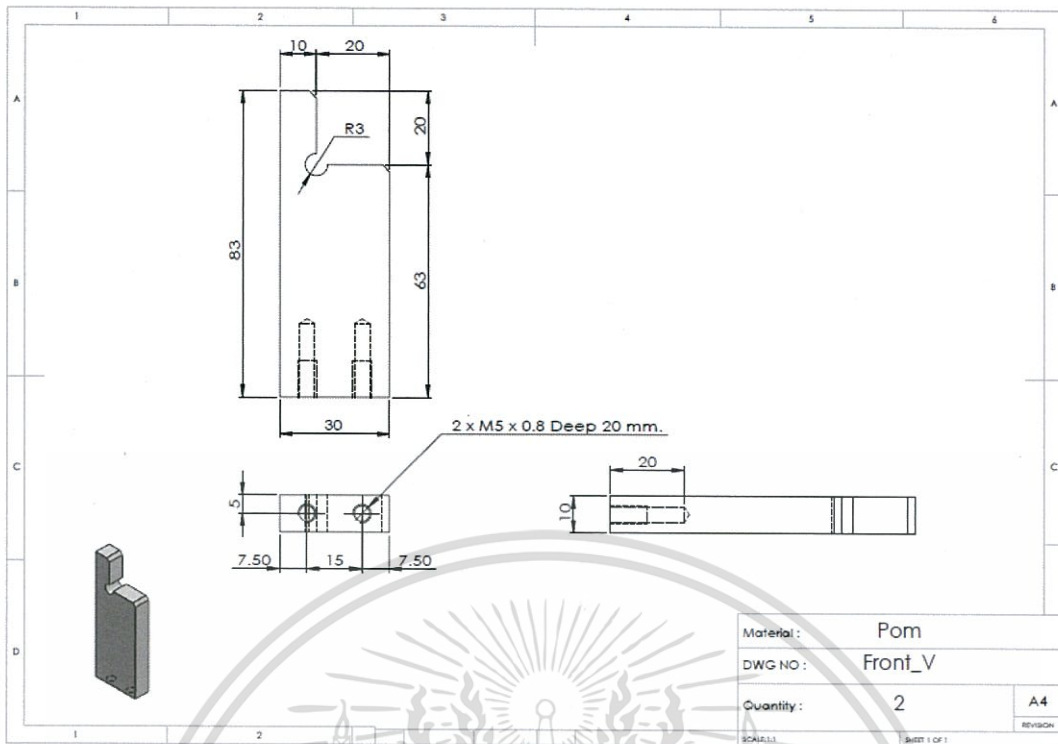


รูปที่ ข.7 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus

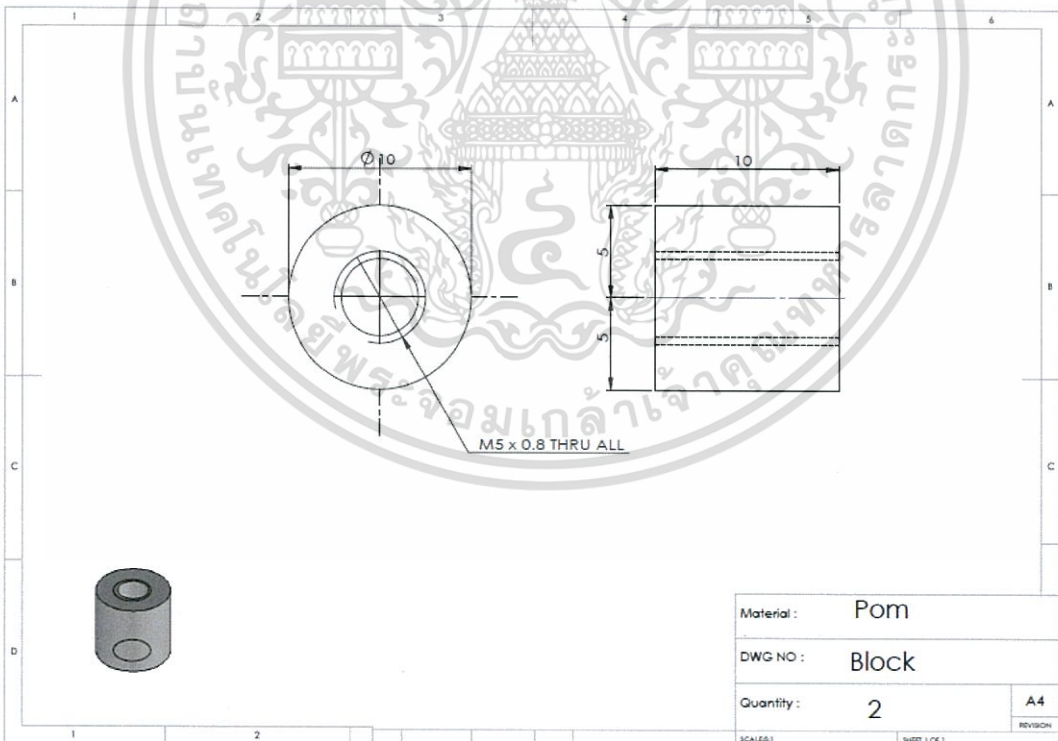


รูปที่ ข.8 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus



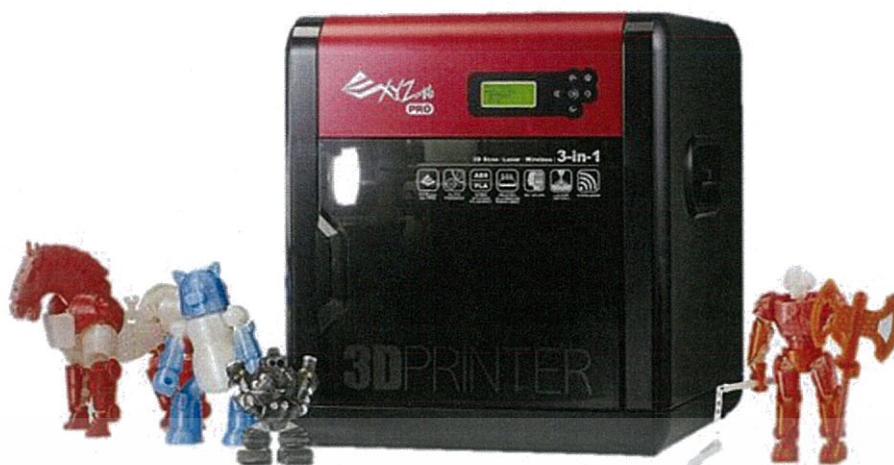
รูปที่ ข.10 แบบ 2D แสดงขนาดชิ้นส่วนตัวยึดชิ้นงานของ Venus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



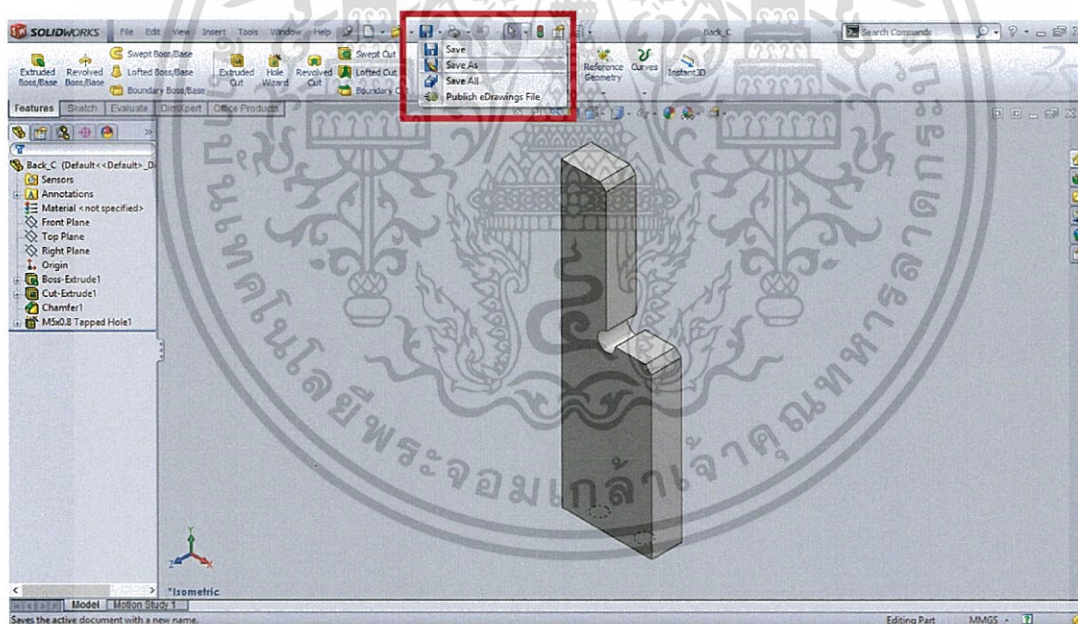
ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้โปรแกรม XYZware Pro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.1 เครื่องพิมพ์ 3 มิติ รุ่น da Vinci 1.0 Pro

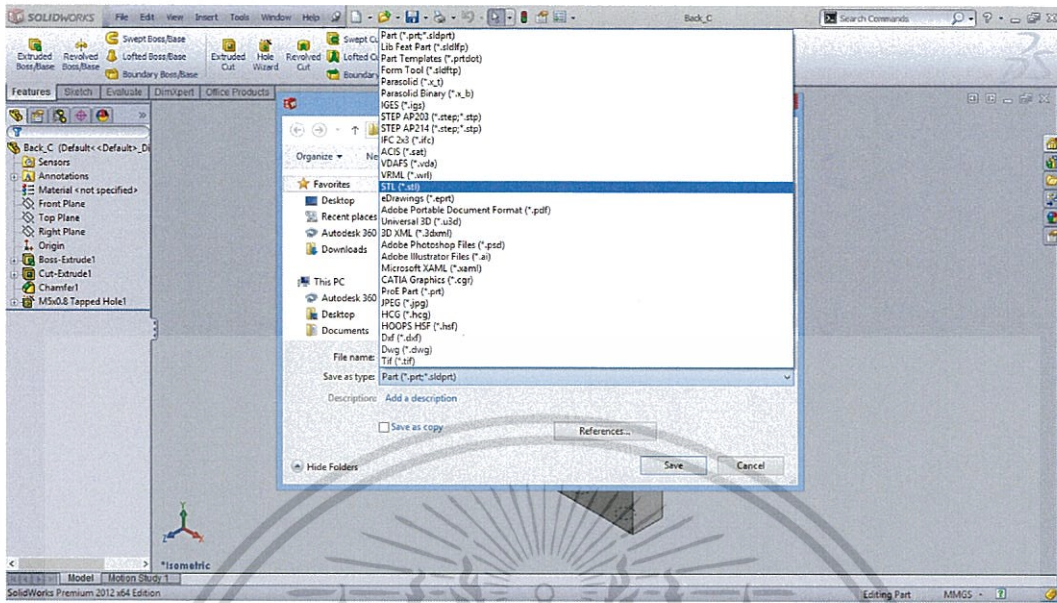
- 1) เปิดไฟล์ SolidWorks ที่ต้องการจะปริ้น
- 2) คลิกที่ Save As



รูปที่ ค.2 กด Save As

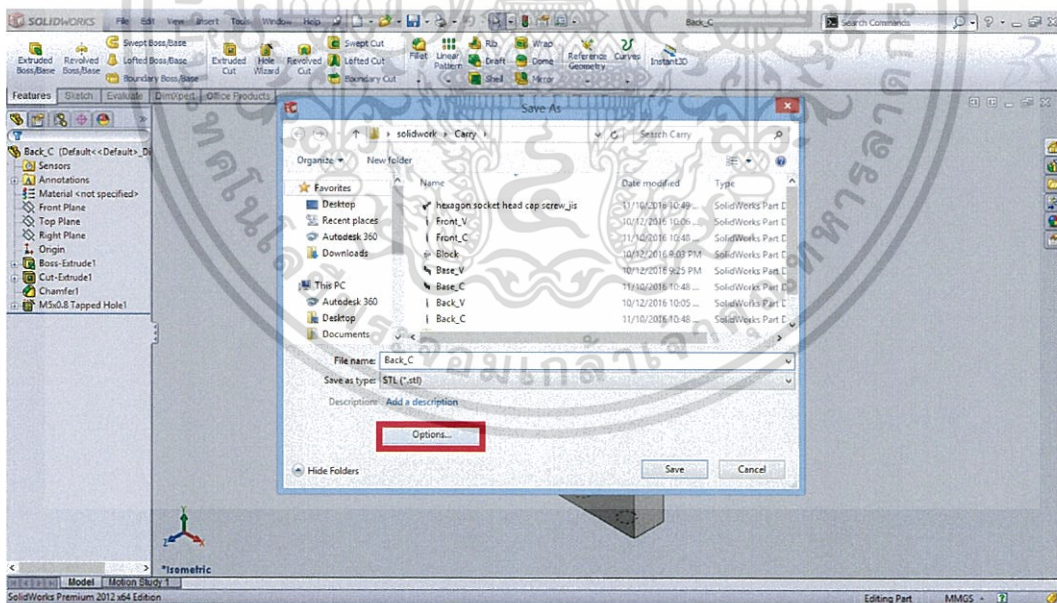
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ตรง File name ตั้งชื่อไฟล์ที่ต้องการเซฟ และตรง Save as type เลือกนามสกุลเป็น STL(*.stl)



รูปที่ ค.3 เลือกเป็น STL(*.stl)

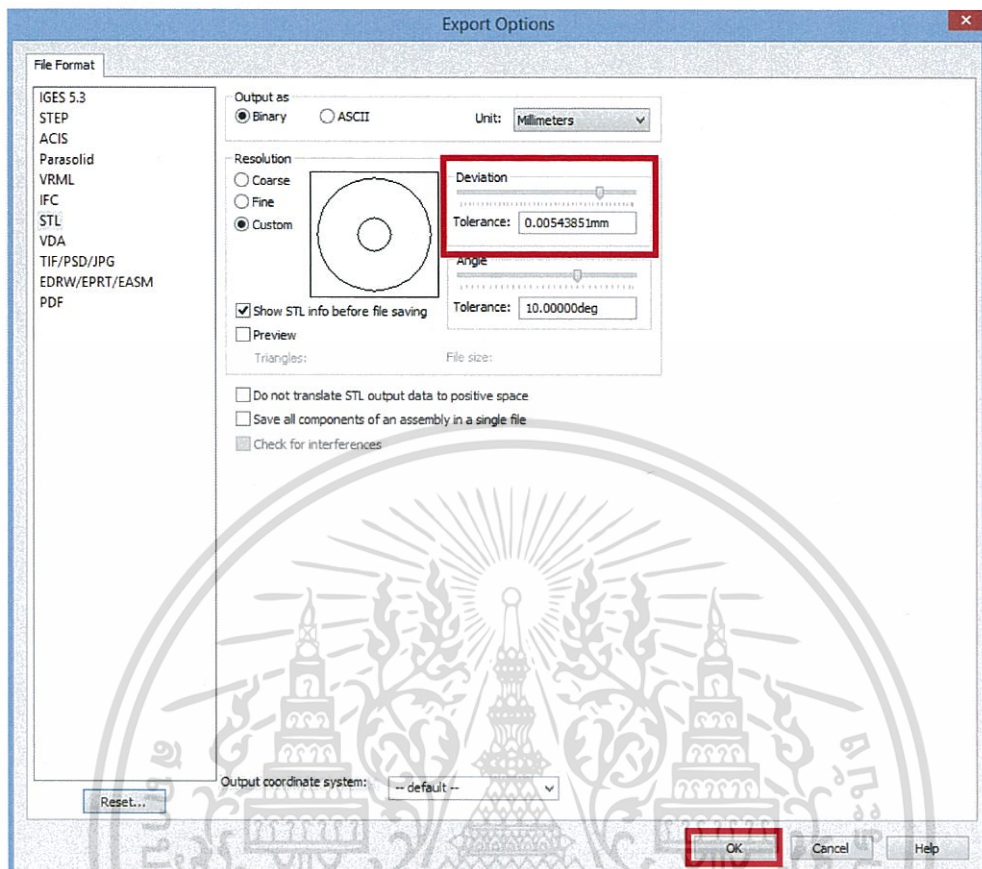
4) คลิกที่ Options



รูปที่ ค.4 กด option

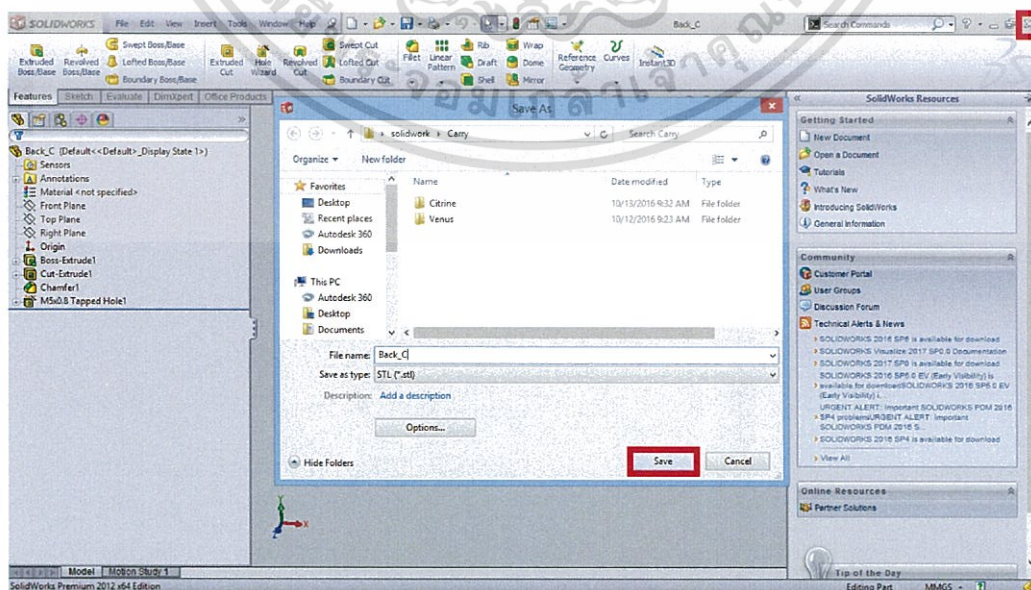
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ตรง Deviation สามารถเลื่อนเพื่อปรับความละเอียดของไฟล์ STL เสร็จแล้วคลิกที่ OK



รูปที่ ค.5 ปรับ Deviation ให้ไฟล์ STL ละเอียด

6) คลิกที่ Save และปิดโปรแกรม SolidWorks



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ ค.6 กด Save ไฟล์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ทำการต่อ USB ของเครื่องพิมพ์ 3 มิติเข้ากับคอม

8) เปิดโปรแกรม XYZware for Pro



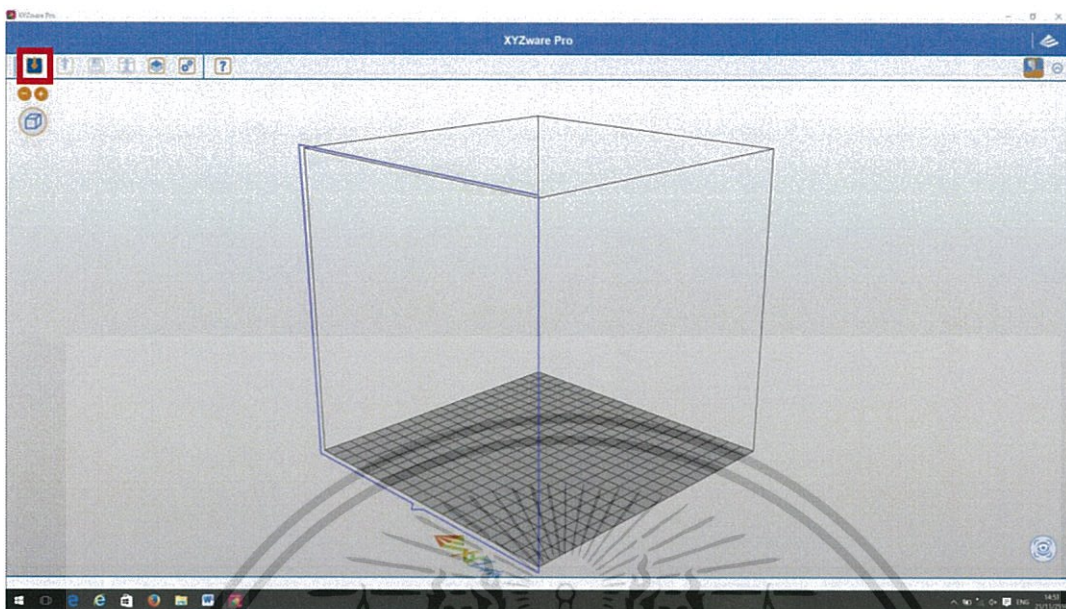
รูปที่ ค.7 XYZware for Pro



รูปที่ ค.8 หน้าต่างโปรแกรม XYZware for Pro

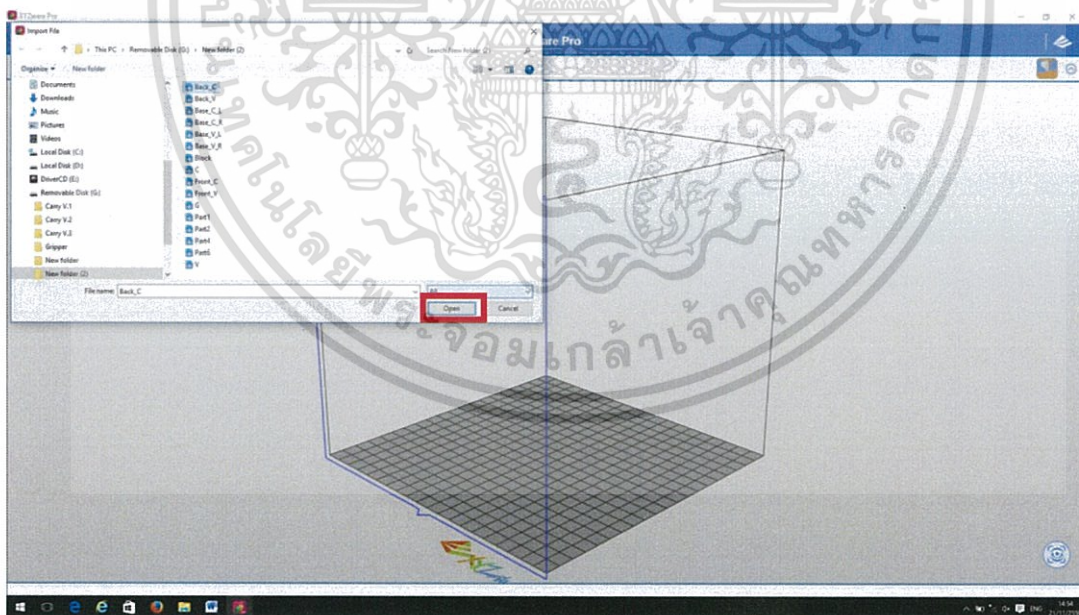
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9) คลิกที่ import ตรงมุมบนด้านซ้าย



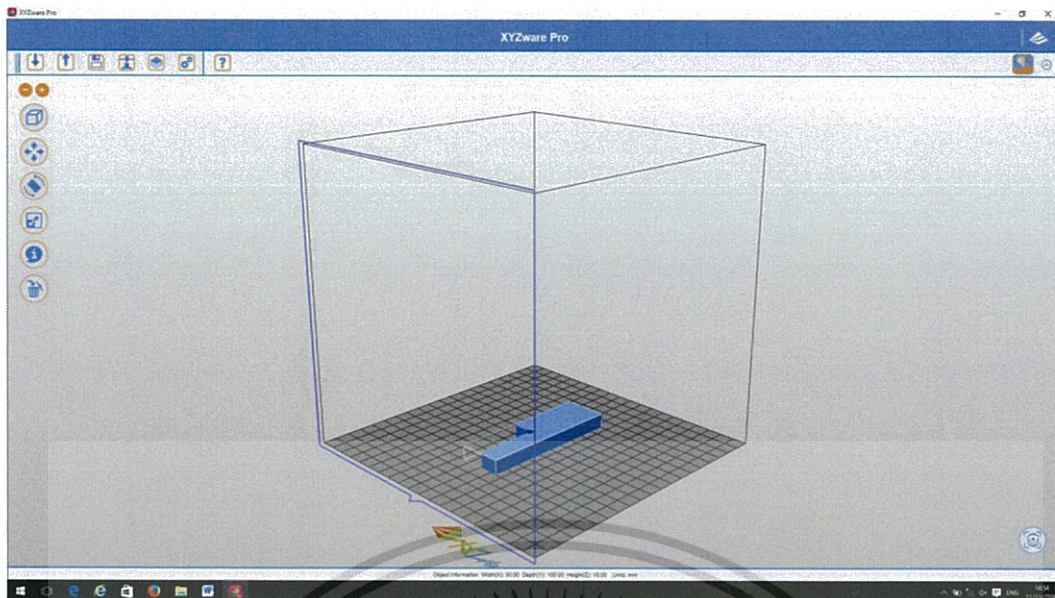
รูปที่ ค.9 กด Import

10) เลือกไฟล์ที่ได้ทำการเปลี่ยนนามสกุลเป็น .stl แล้วคลิกที่ Open



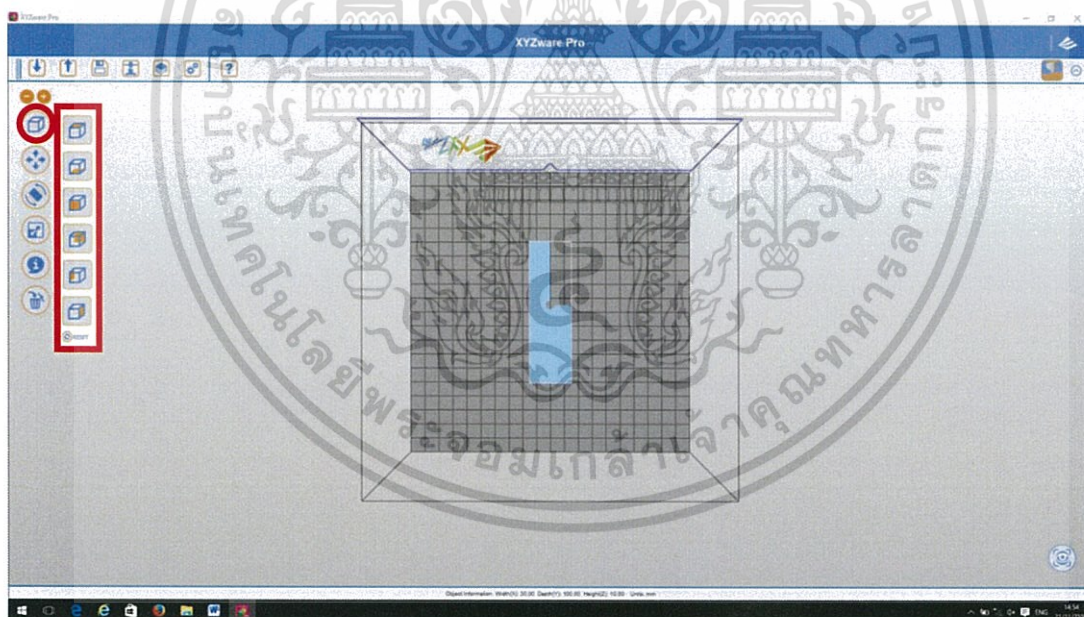
รูปที่ ค.10 เปิดไฟล์ STL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.11 แสดงไฟล์ที่เปิด

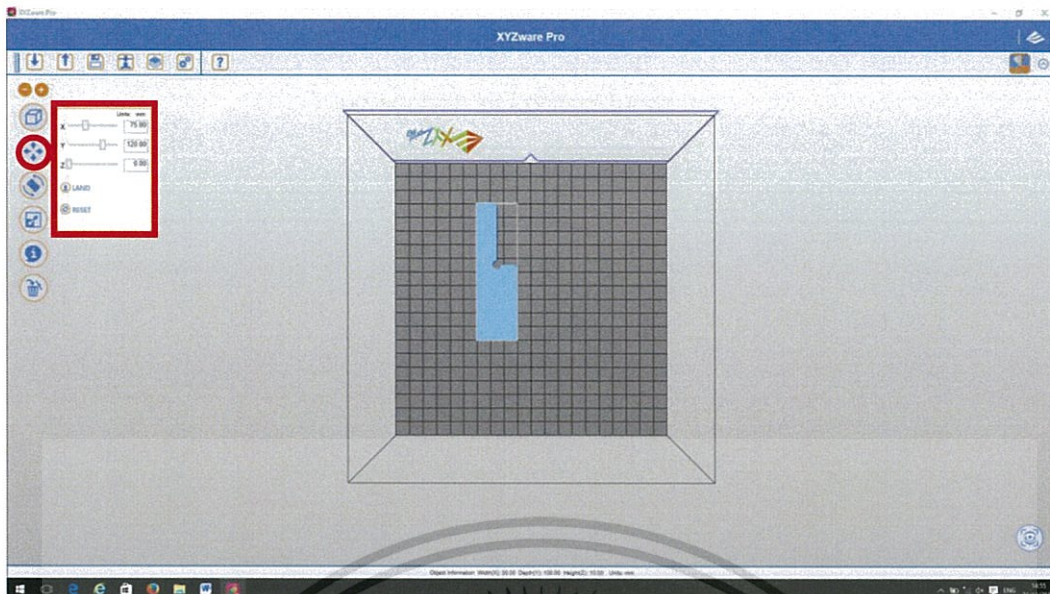
11) สามารถเลือกมุมมองได้โดยคลิกที่ View



รูปที่ ค.12 กด View ดูมุมมอง

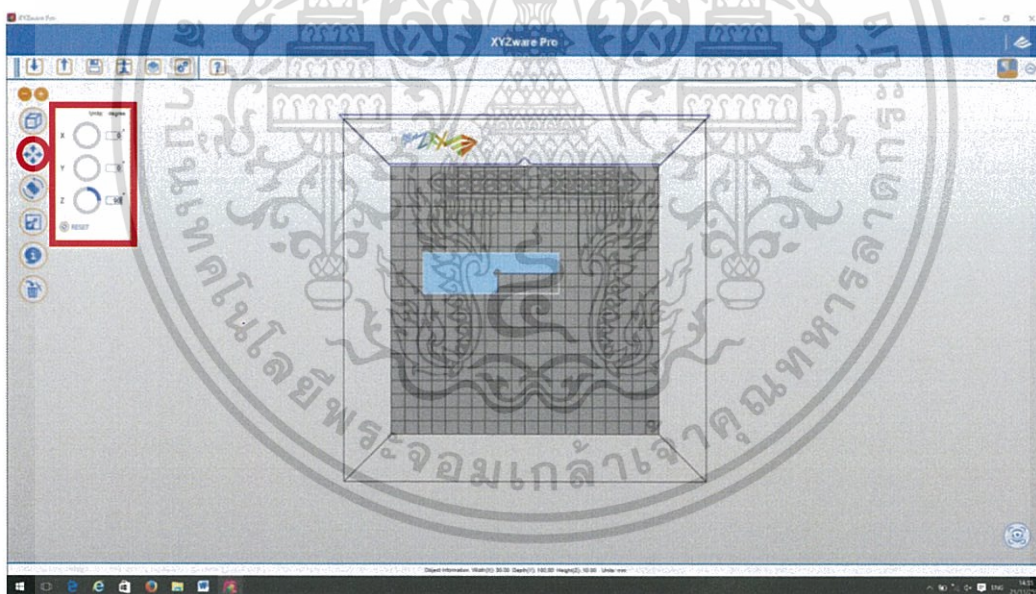
12) สามารถขยับไปมาได้โดยคลิกที่ Move ซึ่งจะเลือกเคลื่อนตามแนวแกน X , Y และ Z ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.13 กด Move เพื่อเคลื่อน

- 13) สามารถหมุนได้ 360 องศา โดยคลิกที่ Rotate ซึ่งจะเลือกหมุนตามแนวแกน X , Y และ Z ก็ได้



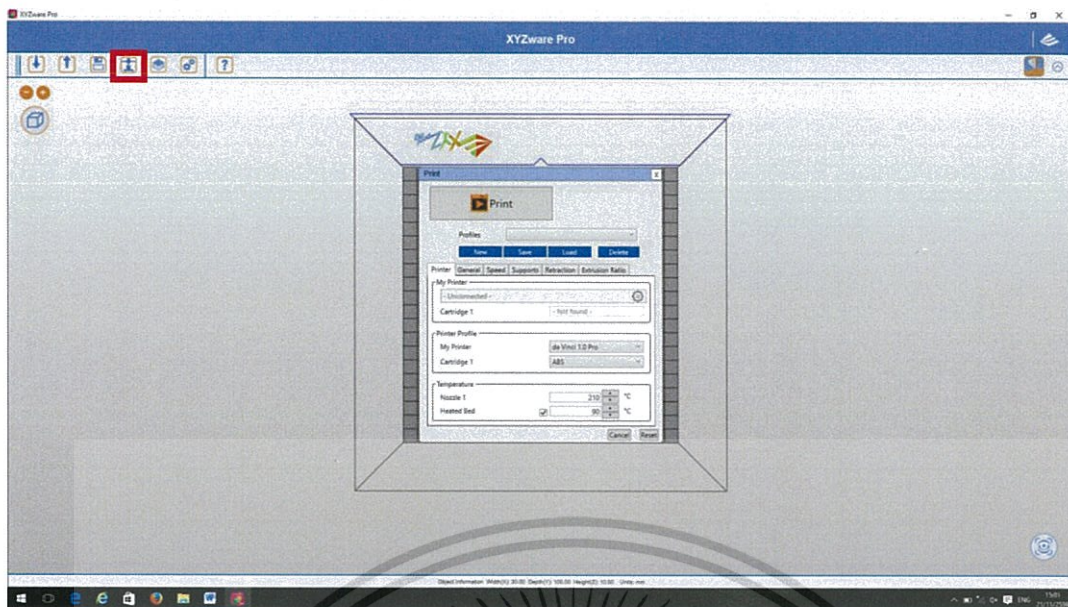
รูปที่ ค.14 กด Rotate เพื่อหมุน

- 14) คลิกที่ Print ตรงมุมบนด้านซ้ายแล้วจะขึ้นหน้าต่างให้ตั้งค่าการ Print

- 15) [Printer Profile] ตรง Cartridge 1 เลือก ABS หรือ PLA ขึ้นอยู่กับ Filament ที่เราใส่

- 16) [Temperature] ตรง Nozzle 1 ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าจะให้ความร้อนตรงหัวร้อนเท่าไรและ Heated Bed ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าจะให้ตรงฐานมีความร้อนเท่าไร ถ้าเราคัดเลือก ABS หรือ PLA จะมีค่าเริ่มต้นของ Nozzle 1 และ Heated Bed ให้อยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

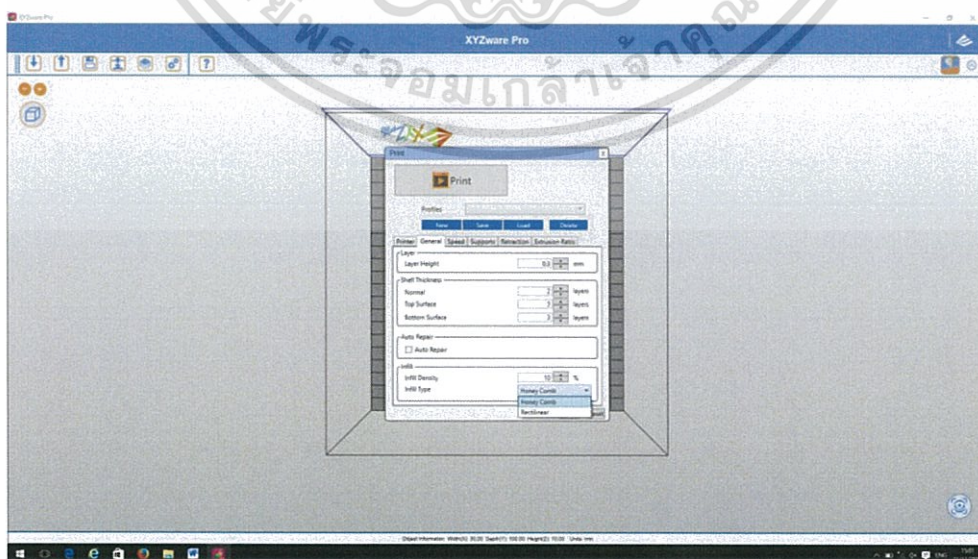


รูปที่ ค.15 ตั้งค่าตรง [Printer Profile] และ [Temperature]

17) [Layer] ตรง Layer Height ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าอยากให้เห็นรูปที่ความสูงเท่าไร ถ้ายิ่งน้อยงานที่นำมาขึ้นรูปจะยิ่งละเอียด

18) [Shell Thickness] ตรง Normal ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าจะให้สร้างบริเวณอื่นที่ขึ้นและตรง Top Surface ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าจะให้สร้างบริเวณด้านบนที่ขึ้นและตรง Bottom Surface ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าจะให้สร้างบริเวณด้านล่างที่ขึ้น

19) [Infill] ตรง Infill Density ขึ้นอยู่กับที่ปรับว่าจะให้ Infill Type ที่เลือกมีความหนาเท่าไร และตรง Infill Type จะมีให้เลือก Rectilinear และ Honey Comb ซึ่งถ้าเลือก Rectilinear จะขึ้นรูปแบบเส้นตรง แต่ถ้าเลือก Honey Comb จะขึ้นรูปแบบรังผึ้ง

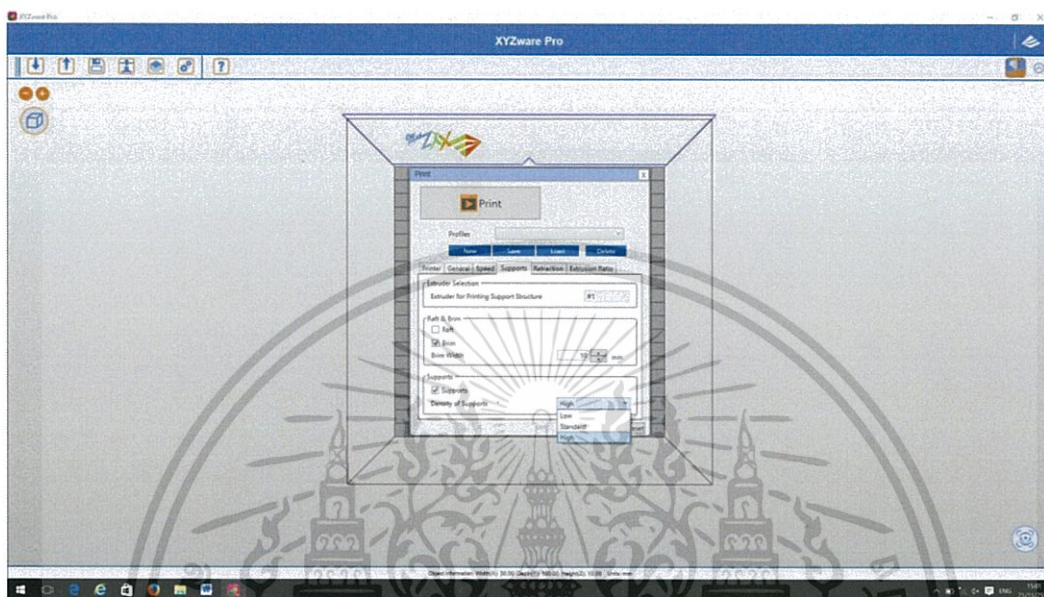


รูปที่ ค.16 ตั้งค่าตรง [Layer] [Shell Thickness] และ [Infill]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

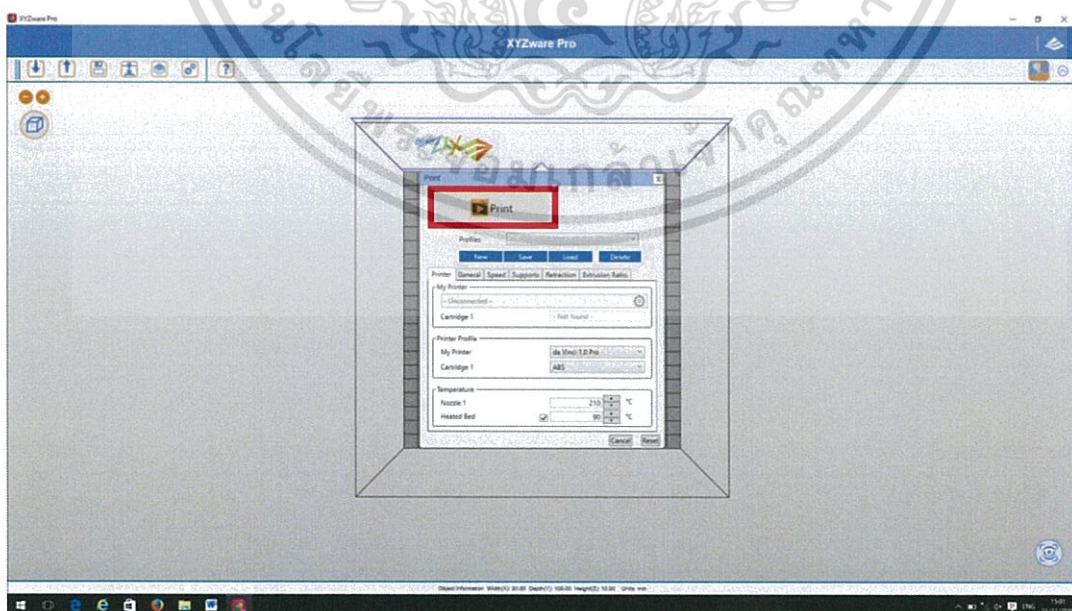
20) [Raft & Brim] ตรง Brim Width จะมีให้ปรับว่าต้องการ Brim กว้างขนาดเท่าไร ซึ่งการสร้าง Brim มีไว้ตอนงานที่ปรีนเกิดการเย็นตัว เพื่อกันไม่ให้บริเวณขอบของงานเกิดการงอ

21) [Supports] ตรง Density of Supports จะมีให้เลือก Low , Standard และ High แล้วแต่ว่าจะเลือกอะไร ซึ่ง support มีไว้เพื่อรองรับงานที่ถูกปรีนกลางอากาศ



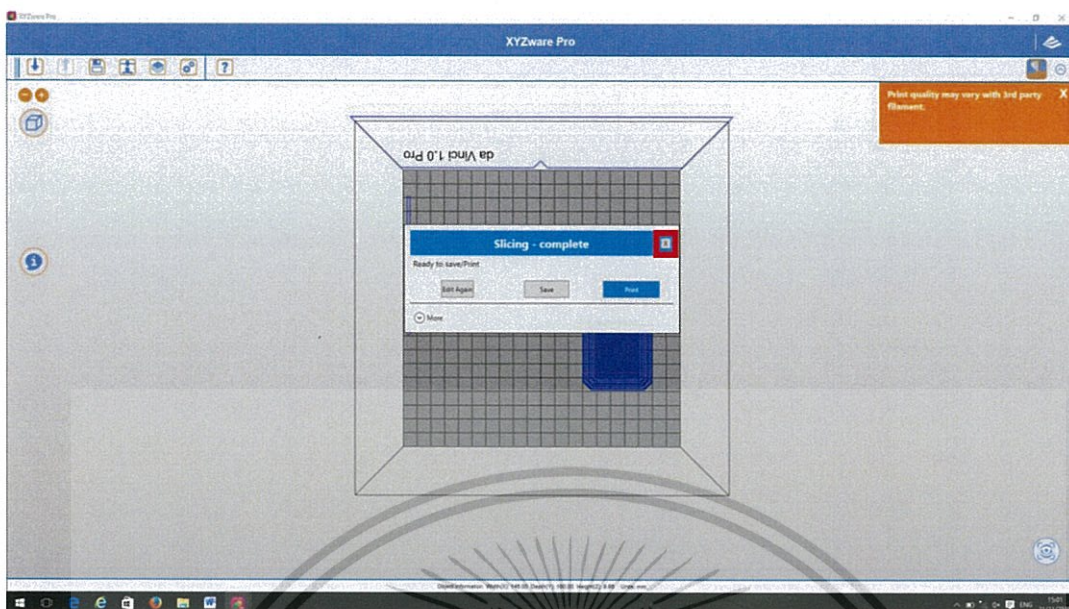
รูปที่ ค.17 ตั้งค่าตรง [Raft & Brim] และ [Supports]

22) หลังจากตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยแล้วจากนั้นคลิกที่ Print



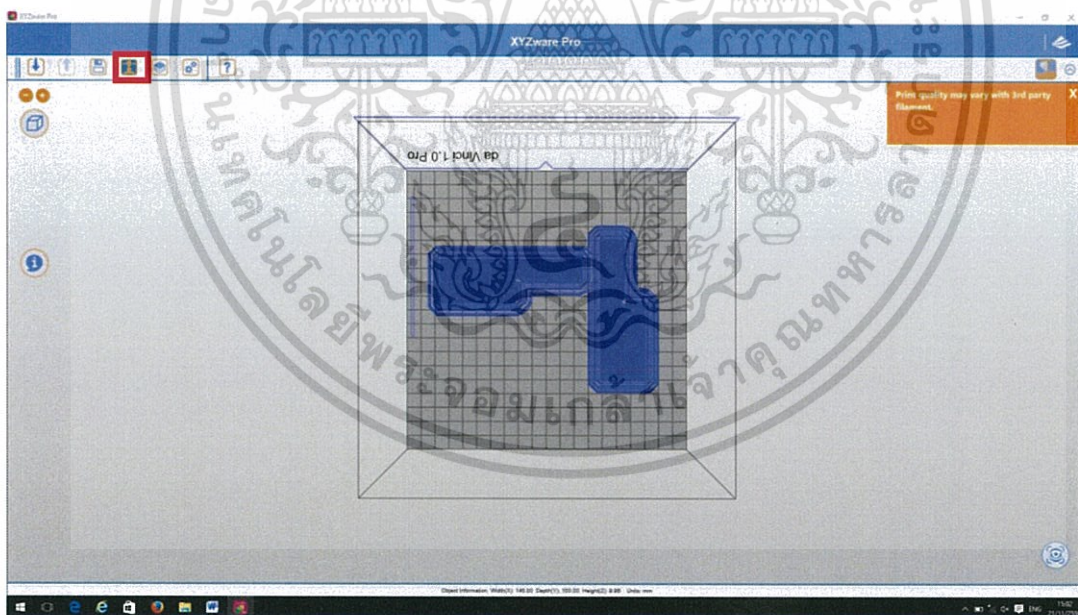
รูปที่ ค.18 กด Print

23) คลิกที่กากบาทเพื่อดูที่เราได้กำหนดไว้เป็นอย่างไร เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามแล้วหรือการเซ็นชื่อเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.19 กดกากบาท

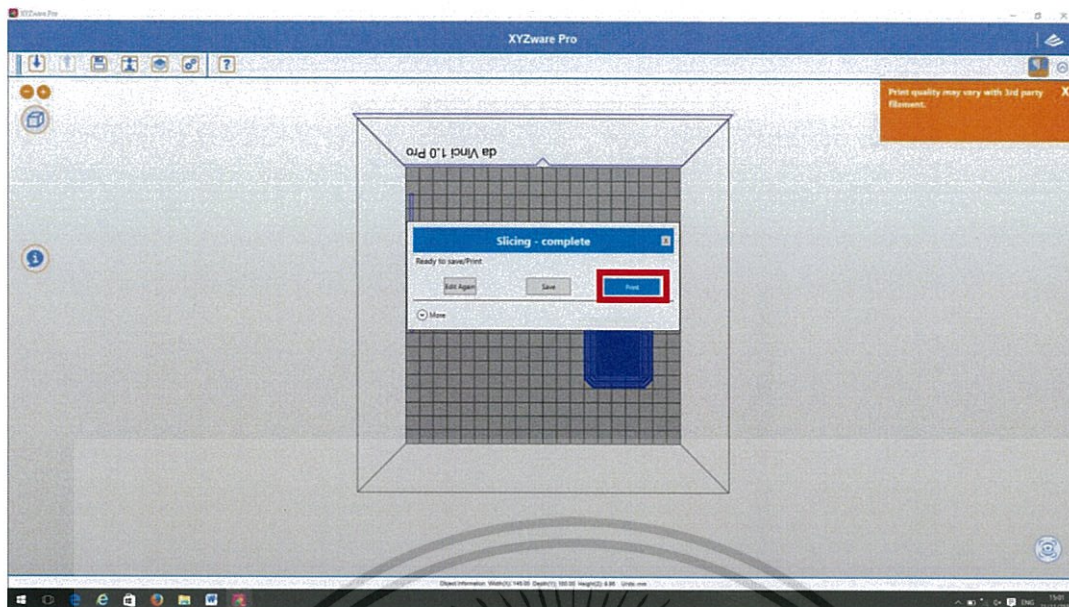
24) คลิกที่ Print



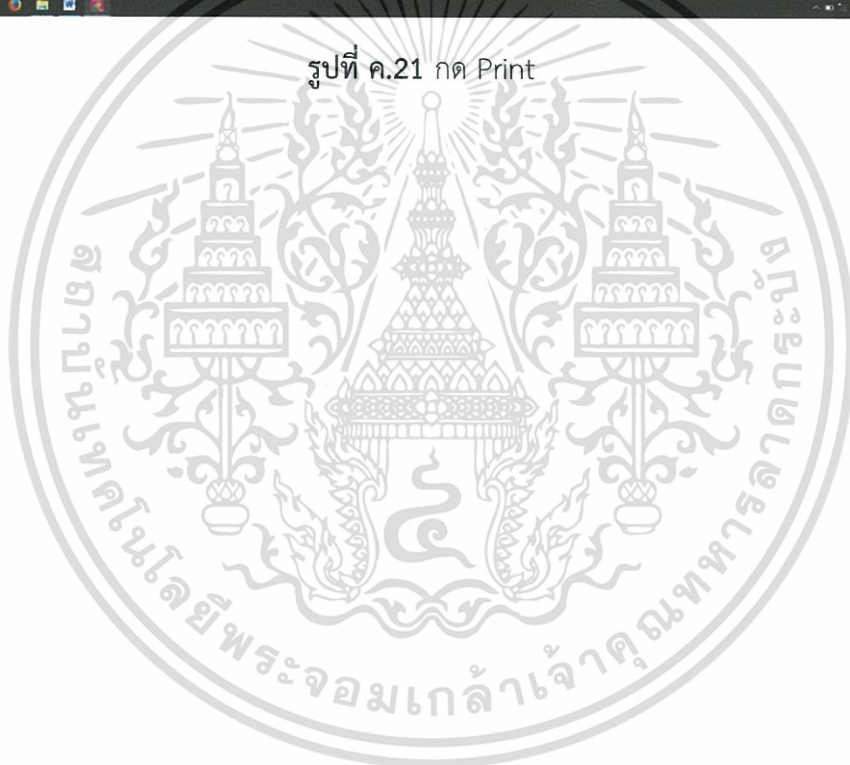
รูปที่ ค.20 กด Import

25) คลิกที่ Print แล้วรอส่งข้อมูลไปยังเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ถ้าส่งข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วสามารถดึง USB ออกได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.21 กด Print



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล

นายกษิตศ กุมนันท์

วัน เดือน ปีเกิด

17 ธันวาคม 2537

ที่อยู่

15/11 ถ.สีปศิริ ซ.3 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา
30000

Email : oat.kasidith@gmail.com

Tel. 084-0326520

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555 จบมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนก วิทยาศาสตร์
และคณิตศาสตร์ โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย

ปัจจุบัน (2559) กำลังศึกษาหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2559 นักศึกษาฝึกงานภาคฤดูร้อน / สหกิจศึกษา

แผนก Research and Development

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด
มหาชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้