เครื่องยนต์ต้นแบบของพลังงานผสมผสาน(ส่วนเครื่องยนต์และโครงสร้าง)

Synergy Hybrid System (Engine and Structure Section)

กรกฤช เรืองกิจไพบูลย์

ชานน ประวัติเลิศวัฒนา

เพ็ญพักตร์ โรจน์พลาเสถียร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เครื่องยนต์ต้นแบบของพลังงานผสมผสาน(ส่วนเครื่องยนต์และโครงสร้าง)

Synergy Hybrid System (Engine and Structure Section)

กรกฤช เรืองกิจไพบูลย์
ชานน ประวัติเลิศวัฒนา
เพ็ญพักตร์ โรจน์พลาเสถียร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองระบบพลังงานผสมผสาน (เครื่องยนต์และโครงสร้าง)

Synergy Hybrid System (Engine and Structure)

นายกรกฤช เรืองกิจไพบูลย์

นายชานน ประวัติเลิศวัฒนา

นางสาวเพ็ญพักตร์ โรจน์พลาเสถียร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Synergy Hybrid System (Engine and Structure)

Kronrakit Ruengkijpaiboon

Chanon Prawatlertwattana

Phenphuk Rojphalasathian

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แบบจำลองระบบพลังงานผสมผสาน (เครื่องยนต์และโครงสร้าง)		
	Synergy Hybrid System (Engine and Structure)		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกรกฤช	เรืองกิจไพบูลย์	รหัสนักศึกษา 53010026
	นายชานน	ประวัติเลิศวัฒนา	รหัสนักศึกษา 53010357
	นางสาวเพ็ญพักตร์	โรจน์พลาเสถียร	รหัสนักศึกษา 53011183
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอัตโนมัติ		
ปีการศึกษา	2556		

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แบบจำลองระบบพลังงานผสมผสาน (เครื่องยนต์และโครงสร้าง) Synergy Hybrid System (Engine and Structure)
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกรกฤช เรืองกิจไพบูลย์ รหัสนักศึกษา 53010026 นายชานน ประวัติเลิศวัฒนา รหัสนักศึกษา 53010357 นางสาวเพ็ญพักตร์ โรจน์พลาเสถียร รหัสนักศึกษา 53011183
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์
ปีการศึกษา	2556

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอต้นแบบการผสมผสานทางพลังงาน ระหว่างเครื่องจักรกลไฟฟ้า และ เครื่องยนต์แบบใช้น้ำมัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน รวมไปถึงศึกษาวิธีการจัดการ การทำงานร่วมกันของเครื่องจักรไฟฟ้าและเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมัน และ การจัดการทางด้านพลังงานที่เกิดขึ้นในกระบวนการ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบระบบควบคุมและนำไปประยุกต์ใช้กับการทำงานจริงในระบบขับเคลื่อนของยานยนต์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Synergy Hybrid System (Engine and Structure)
Authors	Kronrakit Ruengkijpaiboon
	Chanon Prawatlertwattana
	Phenphuk Rojphalasathian
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Prapart Ukakipaparn
Year	2013

ABSTRACT

This thesis has present the prototype of synergy between Motor and Benzene Engine in the purpose for increase performance of benzene engine including study how to operate motor and benzene engine and manage the energy that has been produce by this process.This project will be guide to design the control system and develop to the real engine that has been use in car

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจากหลายๆท่าน ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์ และคุณเจตติยะ ศรีพิทักษ์ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยมาตลอด อีกทั้งเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ตลอดจนความช่วยเหลือ ทั้งในด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และกำลังใจ ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้ง

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา และ มารดา อันเป็นที่รักยิ่งที่สนับสนุน และเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจาก ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 จุดประสงค์.....1

1.3 ขอบเขตโครงงาน.....1

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้.....2

1.5.1 ฮาร์ดแวร์.....2

1.5.2 ซอต์ฟแวร์.....2

บทที่2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้.....3

2.1 ทฤษฎีเครื่องยนต์.....3

2.1.1 ประวัติของเครื่องยนต์.....3

2.1.2 เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ.....5

2.1.3 หลักการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ.....8

2.1.4 กระบวนการทำงานของเครื่องยนต์เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ.....8

2.2 การเขียน.....11

2.2.1 ความสำคัญของการเขียนแบบ.....11

2.2.2 การใชคอมพิวเตอรชวยในการเขียนแบบ.....11

2.2.3 Solidwork.....12

2.3 อาร์ทีดี.....16

2.4 ยานพาหนะไฮบริด.....20

2.4.1 ประโยชน์ของระบบพลังงานไฮบริดในชีวิตประจำวัน.....22

บทที่3 การออกแบบและการสร้าง.....23

3.1 หลักการทำงาน.....23

3.2 การเขียนแบบและการออกแบบ.....24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การออกแบบในส่วนเครื่องยนต์....24
3.2.2 โครงสร้างหลัก....26
3.3 เครื่องยนต์....44
3.3.1 อุปกรณ์....44
3.3.2 วิธีการติดตั้ง....47

บทที่4 การทดลองและผลการทดลอง....57
4.1 การเขียนแบบ....57
4.1.1 ส่วนโครงสร้างหลัก....57
4.1.2 ส่วนเหล็กแผ่น Cover ปิดโครงสร้างหลัก....65
4.2 เครื่องยนต์....84
4.2.1 ระบบจุดระเบิด....84
4.2.2 ระบบระบายความร้อน....84
4.2.3 ติดตั้งเซนเซอร์วัดความร้อนน้ำมันเครื่อง....84
4.3 กราฟพลังงานที่ได้....84

บทที่5 บทวิจารณ์และสรุป....86
5.1 สรุปการทดลอง....86
5.2 ข้อเสนอแนะ....86
บรรณานุกรม....87
ภาคผนวก....99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 สเปกเครื่องยนต์.....44
ตารางที่ 3.2 สเปกตัวจุดระเบิด.....45
ตารางที่ 3.3 สเปก Force fan.....46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 2.1 เครื่องยนต์แก๊สของเลอนัวร์ 4
รูปที่ 2.2 เครื่องยนต์ลูกสูบอิสระของออโตและลางเงน....5
รูปที่ 2.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องยนต์....5
รูปที่ 2.4 ระบบไอดีไอเสีย....6
รูปที่ 2.5 ระบบหล่อลื่น....6
รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของวัฏจักรเครื่องยนต์....8
รูปที่ 2.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของวัสดุต่างๆ....17
รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของอาร์ทีดี....18
รูปที่ 2.9 ก โครงสร้างภายนอกของอาร์ทีดี....18
รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ อาร์ทีดี....19
รูปที่ 2.11 ลักษณะของ อาร์ทีดี ในรูปแบบต่างๆ....19
รูปที่ 2.12 แสดง Hybrid System Device....20
รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานแบบซีรี่ย์....21
รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานแบบพาราเรล....21
รูปที่ 2.15 แสดงการทำงานแบบซีรีส์/พาราลเรล....22
รูปที่ 3.1 ฐานรอง Engine กับ Servo motor....24
รูปที่ 3.2 ฐานรอง Engine กับ Servo motor เจาะรูอุปกรณ์....25
รูปที่ 3.3 Cover เหล็กครอบ Coupling 26
รูปที่ 3.4 Misumi Displacement Coupling ขนาด 20 mm. to 25 mm....26
รูปที่ 3.5 เหล็กกล่องขนาด ½ นิ้ว หนา 23mm....27
รูปที่ 3.6 เหล็กกล่องขนาด 2/2 นิ้ว หนา 3 mm....28
รูปที่ 3.7 การเชื่อมฐานโครงสร้างหลัก....28
รูปที่ 3.8 การเชื่อมโครงฐานโต๊ะ....29
รูปที่ 3.9 การเชื่อมเหล็กขนาด 2/2 นิ้ว เชื่อมระหว่างฐานโครงสร้างหลักกับโครงฐานโต๊ะ....29
รูปที่ 3.10 การเชื่อมเหล็กกล่องโครงค้ำด้านหลัง....30
รูปที่ 3.11 การเชื่อมโครงค้ำด้านหลังรวมกับส่วนอื่น....30
รูปที่ 3.12 การเชื่อมโครงสร้างหลักด้านบน....31
รูปที่ 3.13 โครงสร้างหลักทั้งหมด....31
รูปที่ 3.14 แผ่นเหล็กพับส่วน Wiring สายไฟด้านหลัง....32
รูปที่ 3.15 แผ่นเหล็กปิดค้ำด้านหลัง....32
รูปที่ 3.16 แผ่นเหล็กตัดพับ เจาะช่องวาง Engine....32
รูปที่ 3.17 แผ่นเหล็กตัดพับ เจาะช่องวาง Engine....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.18 เหล็กพับตัดผนังตู้เก็บสายไฟ....33
รูปที่ 3.19 เหล็กพับปิดสายไฟระหว่างส่วนล่างกับส่วนบน....34
รูปที่ 3.20 แผ่นเหล็กประกบกับเหล็กปิดสายไฟ....34
รูปที่ 3.21 เหล็กแผ่นผนังด้านบนของตู้เก็บสายไฟ....35
รูปที่ 3.22 แผ่นเหล็กรองรับฐานรอง Engine กับ Servo motor....35
รูปที่ 3.23 บานประตูตู้เก็บสายไฟ....36
รูปที่ 3.24 แผ่นเหล็กรอง wire way ด้านล่าง....36
รูปที่ 3.25 แผ่นเหล็กฐานตู้เก็บสายไฟ....36
รูปที่ 3.26 แผ่นเหล็กปิดสายไฟด้านบน (ข้างหลัง)....37
รูปที่ 3.27 เหล็กพับฐานรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้า....37
รูปที่ 3.28 เหล็กตัดพับ ส่วน Control และ Indicator....38
รูปที่ 3.29 การประกอบตู้เก็บสายไฟ....39
รูปที่ 3.30 การประกอบตู้เก็บสายไฟเข้ากับโครงสร้างหลัก....39
รูปที่ 3.31 การประกอบส่วน Control Indicator และโครงสร้าง wiring สายไฟด้านหลัง....40
รูปที่ 3.32 การประกอบแผ่นเหล็กรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้า และแผ่นเหล็กปิดค้ำด้านหลัง....41
รูปที่ 3.33 การประกอบแผ่นเหล็กรองรับ wire way และ router เข้ากับโครงสร้างหลัก....41
รูปที่ 3.34 การประกอบแผ่นเหล็กรองรับฐาน Engine กับ Servo motor....42
รูปที่ 3.35 แบบสำเร็จของส่วน hardware พร้อมลงสีสำเร็จ รหัสสี N-503 ,T-117 ,3316....43
รูปที่ 3.36 แบบสำเร็จของส่วน hardware พร้อมลงสีสำเร็จ รหัสสี N-503 ,T-117 ,3316....43
รูปที่ 3.37 ล้อ 4 นิ้ว แกนพลาสติก ผิวยูริเทน แบบสูกรเบรก 80 kg....44
รูปที่ 3.38 เครื่องยนต์อเนกประสงค์....44
รูปที่ 3.39 ตัวจุดระเบิด....45
รูปที่ 3.40 Force fan....46
รูปที่ 3.41 oil temp....47
รูปที่ 3.42 จุดสตาร์ทแบบสาย....48
รูปที่ 3.43 ฝาครอบ....48
รูปที่ 3.44 ใบพัด....48
รูปที่ 3.45 น๊อตที่ขันล๊อคฟลายวีล....49
รูปที่ 3.46 ฟลายวิล....49
รูปที่ 3.47 ตัวจุดระเบิด....49
รูปที่ 3.48 ชนวน....50
รูปที่ 3.49 แหวนอะลูมิเนียม....50
รูปที่ 3.50 สปริงและซิลิโคน....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.51 กรอบซิลิโคน , สปริง และสายของตัวจุดระเบิด.....51
รูปที่ 3.52 ฝาครอบอะลูมิเนียม.....51
รูปที่ 3.53 แหวนอะลูมิเนียม , ฝาครอบอะลูมิเนียม และสายไฟของตัวจุดระเบิด.....52
รูปที่ 3.54 สายไฟของตัวจุดระเบิด.....52
รูปที่ 3.55 Hall sensor 52
รูปที่ 3.56 การติดตั้ง Hall sensor.....53
รูปที่ 3.57 การวาง force fan เข้ากับฝาครอบเครื่องยนต์.....53
รูปที่ 3.58 การเจาะรูตามตำแหน่ง.....54
รูปที่ 3.59 force fan และ ฝาครอบ.....54
รูปที่ 3.60 ฝาครอบตัวสตาร์ท.....54
รูปที่ 3.61 ถังน้ำมันเครื่อง.....55
รูปที่ 3.62 ข้อลดเหลี่ยมเกรียวภายนอก.....55
รูปที่ 3.63 หมุนเซนเซอร์กับข้อลดเหลี่ยม 56
รูปที่ 3.64 เติมน้ำมันเครื่อง.....56
รูปที่ 3.65 เติมน้ำมันเชื้อเพลิง.....56
รูปที่ 4.1 โครงสร้างหลัก.....57
รูปที่ 4.2 Cover ปิดโครงสร้างหลัก.....66
รูปที่ 4.3 เครื่องยนต์เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จ.....84
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงพลังงาน.....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัญหาด้านวิกฤติพลังงานน้ำมันแพงการพัฒนาที่ไม่ยั่งยืนและอีกมากมายหลายเสียสะท้อนที่กำลังดังก้องในเวทีทั้งในและนอกประเทศ ได้ทำหน้าที่เป็นตัวแปรสำคัญที่ผลักดันให้การเสาะหาพลังงานทางเลือกกลายมาเป็นประเด็น ที่กำลังได้รับความสนใจตั้งแต่ระดับรัฐบาลไปจนถึงภายในครัวเรือน เพราะในยุคนี้ พลังงานทางเลือกไม่ใช่แค่หัวข้อที่พูดกันเพื่อให้เข้ากับยุคสมัย แต่เป็นเรื่องราวที่กำลังเข้ามามีอิทธิพลจริงในชีวิตของเรามากขึ้นเป็นลำดับ เช่นเดียวกับการแสวงหาแนวทางที่จะสามารถนำมาพัฒนาประเทศได้อย่างยั่งยืนและมั่นคง โดยเฉพาะแนวทางที่จะสามารถทำหน้าที่ประหนึ่งวัคซีนที่ช่วยต้านทานแรงเหวี่ยงจากปัจจัยเสี่ยงต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนโลกใบนี้

ทางด้านสถานการณ์ปัจจุบันในประเทศไทยมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ พลังงานที่นำมาใช้มีทั้งจากในประเทศและนำเข้า จากต่างประเทศ ในขณะที่ประเทศมีการพัฒนามากขึ้น การใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ ก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย สภาวะการขาดแคลนพลังงานของโลกในอนาคตอาจดูเป็นเรื่องไกลตัวเรา แต่ในความเป็นจริงพลังงานต่างๆที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งเราใช้อยู่อาจหมดไปภายในระยะเวลาไม่กี่ปี หากเรายังคงใช้กันตามอัตราที่ใช้อยู่ในขณะนี้ และยังไม่สามารถหาแหล่งพลังงานเพิ่มเติมได้ ดังนั้นเราจึงต้องพัฒนาพลังงานทางเลือกขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาระยะยาว โดยการสร้างต้นแบบเครื่องกำเนิดแบบผสมผสานที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงแต่พลังงานที่เกิดขึ้นจะไม่ถูกใช้อย่างเสียเปล่า แต่จะนำพลังงานที่เกิดขึ้นไปเป็นต้นทุนที่จะสร้างเป็นพลังงานต่อไป

1.2 จุดประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎีของเครื่องยนต์เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครื่องยนต์

1.2.2 เพื่อศึกษาการทำงานร่วมกันของมอเตอร์กับเครื่องยนต์

1.2.3 เพื่อศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้า

1.2.4 เพื่อศึกษาการออกแบบโครงสร้างรองรับมอเตอร์กับเครื่องยนต์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 สร้างชุดต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและติดตั้งเซนเซอร์

1.3.2 คำนวณหาค่าตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงาน

1.3.3 ทดลองการทำงานร่วมกับเครื่องยนต์และมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง [illegible] เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นการใช้พลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่า

1.4.2 เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิง ที่ก่อให้เกิดมลพิษลงได้

1.4.3 เป็น concept ให้เกิดการพัฒนาต้นแบบของการใช้พลังงานทางเลือก

1.4.4 สามารถเรียนรู้การออกแบบการเชื่อมต่อเครื่องยนต์และมอเตอร์

1.4.5 สามารถเรียนรู้การออกแบบการติดตั้งเซนเซอร์ เพื่อนำค่าตัวแปรมาวิเคราะห์ผล

1.4.6 เป็นการแลกเปลี่ยนพลังงานสามารถนำพลังงานที่ใช้แล้วกลับมาใช้ได้ เพื่อลดการสูญเสียของระบบ

1.4.7 สามารถเรียนรู้การออกแบบโครงสร้างรองรับชุดต้นแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้แข็งแรงสวยงาม และง่ายต่อการนำไปใช้

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

- เครื่องยนต์
- หัวฉีด
- ตัวจุดระเบิด
- เซนเซอร์
- มอเตอร์
- กล่องควบคุม
- เหล็ก , น็อต

1.5.2 ซอฟต์แวร์

- Wonderware
- Scada
- Step 7
- CT soft
- OPC
- SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเครื่องยนต์

เครื่องยนต์ (Engine) เป็นคำที่มักใช้เรียกอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นงานและกำลัง โดยทั่วไปพลังงานความร้อนจะได้จากการเผาไหม้ของอากาศกับเชื้อเพลิง เครื่องยนต์เผาไหม้ (Combustion engine) หรือเครื่องยนต์ความร้อน (Heat engine) นี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอก (External combustion engine) เป็นเครื่องยนต์ที่นำเอาผลของการเผาไหม้ของอากาศกับเชื้อเพลิงให้ถ่ายเทความร้อนไปยังของไหลชนิดที่สองซึ่งใช้เป็นสารทำงานสำหรับผลิตกำลัง ดังนั้นสารทำงานและสารที่เกิดจากการเผาไหม้จึงเป็นของไหลคนละชนิดและถูกแยกออกจากกันโดยผนังนำความร้อน สารที่เกิดจากการเผาไหม้จึงไม่สัมผัสกับชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอกนี้ได้แก่ เครื่องจักรไอน้ำ (Steam engine) กังหันไอน้ำ (Steam turbine) และเครื่องยนต์สเตอร์ลิง (Stirling engine)

เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal combustion engine) เป็นเครื่องยนต์ที่นำเอาผลของการเผาไหม้ของอากาศกับเชื้อเพลิงไปใช้ทำงานเป็นสารการผลิตโดยตรง เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในนี้ได้แก่ เครื่องสูบ (Piston engine) เครื่องยนต์โรทารี (Rotary engine) กังหันแก๊ส (Gas turbine) และเครื่องยนต์จรวด (Rocket engine)

เครื่องยนต์ทั้งสองกลุ่มนี้ถูกใช้เป็นต้นกำลังสำหรับขับเคลื่อนอุปกรณ์และยานพาหนะประเภทต่างๆซึ่ง ได้แก่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องสูบน้ำ รถยนต์ เรือ และเครื่องบิน เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอกที่ยังใช้กันอยู่ในปัจจุบันก็คือกังหันไอน้ำที่ใช้ในโรงจักรไฟฟ้าซึ่งโดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่ ส่วนเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในยังคงใช้กันอยู่เกือบทุกประเภท แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือเครื่องยนต์ แบบลูกสูบซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับรถยนต์ ทั้งนี้ เนื่องจากเครื่องยนต์แบบนี้มีข้อดีคือ

- มีประสิทธิภาพสูง
- อัตราส่วนของน้ำหนักต่อกำลังต่ำ
- มีกลไกที่ง่าย มีความแข็งแรงและคงทน

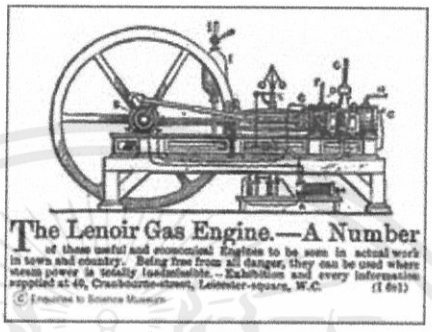
2.1.1 ประวัติของเครื่องยนต์

เครื่องยนต์เผาไหม้ภายนอกในรูปของเครื่องจักรไอน้ำได้ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานก่อนเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน แม้ว่าเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในจะถูกสร้างขึ้นเมื่อ ค.ศ. 1700 ในรูปของเครื่องยนต์ที่ใช้การระเบิดของดินปืนก็ตาม แต่เครื่องยนต์เผาไหม้ภายในที่ถูกผลิตขึ้นมาสำหรับใช้งานจริงนั้นได้เกิดขึ้นประมาณปี ค.ศ. 1800 โดยการคิดค้นของ ซอง เลอนัวร์ (Jean Lenoir) ซึ่งเป็นเครื่องยนต์ที่ใช้การเผาไหม้ของแก๊สถ่านหิน(Coal gas) กับอากาศที่ความดันบรรยากาศโดยไม่มีการอัด แก๊สและอากาศถูกนำเข้าไปในกระบอกสูบในระหว่างครึ่งแรกของระยะชักของลูกสูบแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟ ความดันจะเพิ่มขึ้นและแก๊สที่เผาไหม้แล้วก็จะถ่ายทอดกำลังให้แก่ลูกสูบในช่วงครึ่งหลังของระยะการชักของลูกสูบ หลังจากนั้นก็จะเป็นจังหวะการไล่ไอเสียออก ซึ่งก็จะครบวัฏจักรการทำงาน

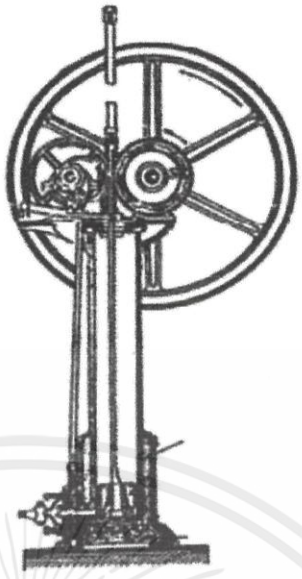
ในระหว่างปี ค.ศ. 1860 ถึง ค.ศ. 1865 เครื่องยนต์แบบนี้ถูกผลิตออกมาถึงประมาณ 5000 เครื่อง มีขนาดสูงสุด 6 แรงม้าและมีประสิทธิภาพดีที่สุดประมาณร้อยละ 5



รูป 2.1 เครื่องยนต์แก๊สของเลอนัวร์

หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1867 นิโคเลาส์ ออตโต (Nikolaus Otto) และ ออยเกน ลางเงน (Eugen Langen) ได้พัฒนาเครื่องยนต์เผาไหม้ที่ความดันบรรยากาศ (Atmospheric engine) หรือเครื่องยนต์แบบลูกสูบอิสระ (Free-piston engine) ขึ้นมาโดยใช้เครื่องยนต์ที่มีกระบอกสูบในแนวดิ่งยาว ลูกสูบที่หนักและก้านสูบที่ทำเป็นเฟืองสะพาน ดังภาพ ก้านสูบที่ทำเป็นเฟืองสะพานนี้ถูกต่อเข้ากับเฟืองที่ต่อเข้ากับเพลาทางออกโดยเฟืองทางเดียว เฟืองทางเดียวจะถูกจัดให้หมุนอิสระในจังหวะเคลื่อนที่ขึ้นแต่จะถูกขับในจังหวะเคลื่อนที่ลง การทำงานจะเริ่มต้นเมื่อลูกสูบอยู่ที่ตำแหน่งล่างสุด ในระหว่างช่วงแรกของระยะชัก แก๊สและอากาศถูกนำเข้าไปในกระบอกสูบแล้วถูกจุดระเบิดและเกิดการเผาไหม้และดันให้ลูกสูบไปอยู่ในตำแหน่งบนของระยะชักโดยไม่ให้งานออกมา เมื่อแก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ในกระบอกสูบเย็นลงก็จะเกิดสุญญากาศขึ้นซึ่งจะร่วมกับน้ำหนักของลูกสูบถ่ายทอดงานไปสู่เพลาทางออกโดยการเคลื่อนที่ลงและการไล่ไอเสียออกก็จะเกิดขึ้นที่ปลายของจังหวะนี้ด้วย เครื่องยนต์นี้มีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 11 และถูกผลิตออกมาประมาณ 10000 เครื่อง ในช่วงเวลา 5ปีถัดมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

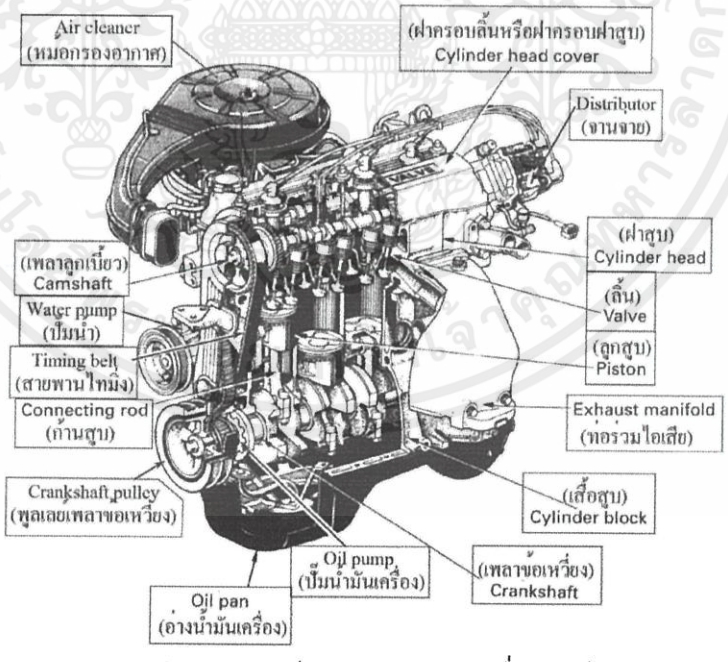


รูป 2.2 เครื่องยนต์ลูกสูบอิสระของออโตและลางเงน

2.1.2 เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ (4 Cycle Gasoline Engine)

โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ สามารถจัดแบ่งกลุ่มชิ้นส่วนโครงสร้างที่เป็นพื้นฐานของเครื่องยนต์ได้ดังนี้



รูป 2.3 แสดงส่วนประกอบของเครื่องยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะพื้นฐานของเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ

2.1.2.1 ตัวเครื่องยนต์ (Basic engine)

1 เสื้อสูบกับกระบอกสูบและห้องเพลาข้อเหวี่ยงเป็นชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่เป็นโครงสร้างหลักสำหรับยึดชิ้นส่วนอื่นๆของเครื่องยนต์

2 กลไกลูกสูบและข้อหมุนเหวี่ยง (Piston & Cranking Mechanism) ประกอบด้วย ลูกสูบ ก้านสูบ เพลาข้อเหวี่ยง และล้อช่วยแรงซึ่งเป็นชิ้นส่วนเคลื่อนที่ของเครื่องยนต์ที่รับความดันจากการเผาไหม้ในห้องสูบแล้วเปลี่ยนเป็นแรงกระทำบนหัวลูกสูบ ไปส่งต่อผ่านก้านสูบไปกระทำที่ก้านหมุนเพลาข้อเหวี่ยงทำให้เพลาข้อเหวี่ยงหมุนอย่างเรียบจ่ายแรงบิดออกไปใช้งาน

3 ฝาสูบ เป็นฝาปิดกระบอกสูบทำให้เกิดเป็นห้องเผาไหม้ขึ้นในเครื่องยนต์และทำให้เป็นปริมาตรอัดเกิดขึ้นบนฝาสูบ

4 กลไกลิ้น (Valve Mechanism) หรือกลไกขับควบคุมการทำงานของเครื่องยนต์ (Engine Steering Mechanism) ประกอบขึ้นด้วย เพลาลูกเบี้ยว ปลอกกระทุ้งลิ้น ก้านกระทุ้งลิ้น กระเดื่องกดลิ้น สปริงลิ้นและลิ้น

ส่วนชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องยนต์อื่นๆเช่น คาร์บูเรเตอร์ ระบบจุดระเบิด ปั๊มน้ำ อัลเตอร์เนเตอร์ มอเตอร์สตาร์ท ปั๊มน้ำมันเครื่อง ฯลฯ เป็นชิ้นส่วนของระบบการทำงานเครื่องยนต์ที่มีแตกต่างกันตามแบบของระบบนั้นๆ

2.1.2.2 ระบบเชื้อเพลิง (Fuel system)

ทำหน้าที่ในการส่งเชื้อเพลิงที่สะอาดตามปริมาณที่ต้องการให้แก่เครื่องยนต์ โดยจะต้องมีการเก็บและการส่งที่เพียงพอและปลอดภัยในการใช้งาน

ส่วนของเครื่องยนต์เบนซินจะใช้เป็นระบบเชื้อเพลิงเบนซิน ทำหน้าที่ในการส่งสารผสมของน้ำมันเบนซินกับอากาศให้แก่เครื่องยนต์ ระบบนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ ถังเชื้อเพลิง ปั๊มเชื้อเพลิง และคาร์บูเรเตอร์หรือหัวฉีด

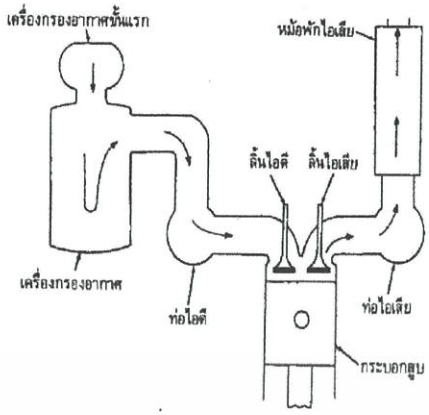
2.1.2.3 ระบบไอดีและไอเสีย(Intake and Exhaust system)

ทำหน้าที่นำไอดี (ไอดีคืออากาศหรืออากาศกับเชื้อเพลิง) เข้าไปในเครื่องยนต์และนำไอเสีย (แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้) ออกจากเครื่องยนต์

1 ระบบไอดี ทำหน้าที่ในการส่งอากาศที่สะอาดด้วยปริมาณและอุณหภูมิที่ถูกต้องให้แก่เครื่องยนต์ ระบบนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ หม้อกรองอากาศ (Air cleaner) คอมเพรสเซอร์ ท่ออากาศของคาร์บูเรเตอร์ (Carburetor air tube) และ ลิ้นเร่ง (Throttle value) (ในกรณีของเครื่องยนตฝจุดระเบิดด้วยประกายไฟ) ที่รวมไอดี (Intake manifold) และวาล์วไอดี

2 ระบบไอเสีย ทำหน้าที่ในการรวบรวมไอเสียและนำออกไป ระบบนี้ประกอบด้วยชิ้นส่วนสำคัญ คือ วาล์วไอเสีย ท่อรวมไอเสีย (Exhaust manifold) กังหัน (ถ้าใช้เทอร์โบชาร์จเจอร์) เครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกริยา (Catalytic converter) และหม้อพัก (Muffler) หรือที่เรียกอีกอย่างว่าหม้อลดเสียง

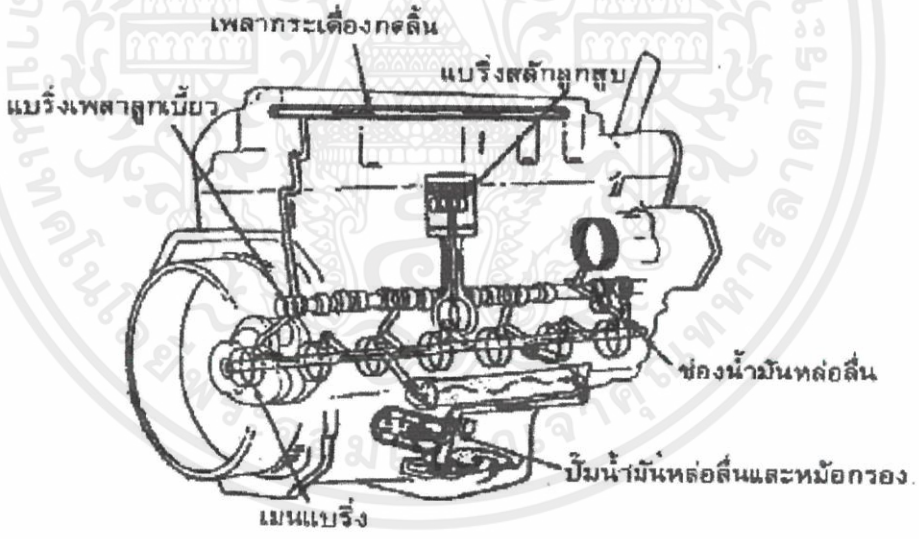
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 ระบบไอดีไอเสีย

2.1.2.4 ระบบหล่อลื่น (Lubrication system)

ทำหน้าที่ในการลดความเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ ระบายความร้อน ป้องกันการรั่วของแก๊สระหว่างแหวนลูกสูบและผนังกระบอกสูบ ทำความสะอาดชิ้นส่วนและลดเสียงที่เกิดขึ้นในขณะที่เครื่องยนต์ทำงาน ระบบหล่อลื่นแบบที่ใช้กันทั่วไปประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ ปั๊มน้ำมันเครื่อง (Oil pump) เครื่องกรองน้ำมันเครื่อง (Oil filter) วาว์ลควบคุมความดัน (Pressure regulating valve) และ อ่างน้ำมันเครื่อง (Oil pan)



รูป 2.5 ระบบหล่อลื่น

2.1.2.5 ระบบหล่อเย็น (Cooling system)

ทำหน้าที่ 2 ประการ คือ ป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์ร้อนเกินไป และ ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องยนต์ไว้ที่ระดับซึ่งเหมาะสมที่สุด ระบบหล่อเย็นที่นิยมนำมาใช้กันมี 2 ระบบ คือ

1 ระบบหล่อเย็นด้วยอากาศ จะใช้อากาศไหลผ่านโดยรอบเครื่องยนต์ในการระบายความร้อน ชิ้นส่วนที่สำคัญของระบบนี้ คือ พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 ระบบหล่อเย็นด้วยของเหลว จะใช้ของเหลว (น้ำหรือน้ำผสมน้ำยา) ไหลโดยรอบเครื่องยนต์เพื่อระบายความร้อน ระบบนี้ประกอบไปด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ หม้อน้ำ ปั๊มน้ำ พัดลม และ เทอร์มอสแตต

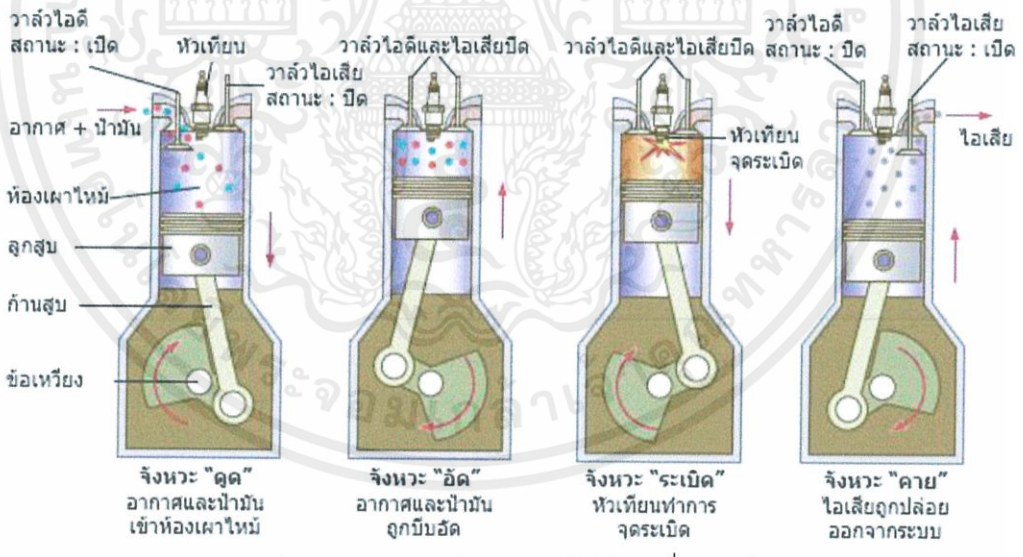
2.1.3 หลักการทำงานของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ (Spark – ignition engine , SI engine)

ในเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ อากาศกับเชื้อเพลิงมักจะผสมกันในระบบไอดีก่อนที่จะเข้าไปในกระบอกสูบโดยใช้คาร์บูเรเตอร์ หรือใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิง โดยมีอัตราส่วนการไหลของมวลอากาศต่อเชื้อเพลิงประมาณ 15 เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่เหมาะสม

สำหรับเครื่องยนต์ที่ใช้คาร์บูเรเตอร์ อากาศจะไหลผ่านท่อเวนจูริ (Venturi , ท่อที่สอบเข้าแล้วบานออก) ทำให้เกิดความดันแตกต่างระหว่างความดันที่ทางเข้าของท่อเวนจูริและความดันที่คอคอดของท่อเวนจูริ ซึ่งถูกใช้ในการจัดปริมาณของเชื้อเพลิงที่เหมาะสมจากห้องลูกลอยเข้าไปผสมกับอากาศที่คอคอดหลังจากท่อเวนจูริก็จะเป็นลิ้นเร่งซึ่งมีหน้าที่ควบคุมกำลังที่ออกจากเครื่องยนต์ในที่สุด

ส่วนเครื่องยนต์ที่ใช้ระบบฉีดเชื้อเพลิงแบบฉีดเข้าที่ช่องไอดี เชื้อเพลิงจะถูกฉีดผ่านเข้าที่ช่องไอดีของแต่ละสูบ ซึ่งในระบบที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ ปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกฉีดโดยหัวฉีดจะถูกควบคุมโดยชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์รับสัญญาณจากตัวรับรู้ (Sensor) และสวิตช์ต่างๆแล้วนำมาประมวลผลและส่งสัญญาณไปให้หัวฉีดเพื่อทำการฉีดเชื้อเพลิงออกไปในปริมาณที่ถูกต้อง

2.1.4 กระบวนการทำงานในแต่ละจังหวะของเครื่องยนต์เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ



รูป 2.6 แสดงการทำงานของวัฏจักรเครื่องยนต์

ในแต่ละวัฏจักรเครื่องยนต์ ขั้นตอนตามลำดับตลอดวัฏจักรเครื่องยนต์คือการดูด การอัด การระเบิด และการคายดำเนินไปกับการเคลื่อนที่ของลูกสูบทั้ง 4 ช่วงชักดังต่อไปนี้

2.1.4.1 จังหวะดูด(Suction Stroke)

การดูดหรือการบรรจุสูบเริ่มจากลิ้นไอดีเปิดก่อนที่ลูกสูบถึงศูนย์ตายบนเล็กน้อยจนกระทั่งลูกสูบเลื่อนลงแล้วผ่านลงศูนย์ตายล่าง กระบอกสูบจะได้รับการบรรจุสูบหรือการใส่เชื้อผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศตลอดเวลาระหว่างจังหวะดูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อาทิ สงวนไว้มิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ดัดแปลงเพื่อการค้า

ในระหว่างที่ลูกสูบเลื่อนตัวเองไปหลังศูนย์ตายบนทำให้ปริมาตรของกระบอกสูบโตขึ้นและนำไปสู่การลดลงของความดันเป็นความกดดันต่ำจนเหลือประมาณ 0.8-0.9 บาร์ก็จะมีอาการดูดเกิดขึ้นในห้องสูบตามมาด้วยการเปิดของลิ้นไอดี เชื้อผสมของเบนซินและอากาศก็จะไหลเข้ามาในห้องสูบ

จากอุณหภูมิทำงาน(Working Temperature) ของเครื่องยนต์ทำให้อุณหภูมิของแก๊สไอดีที่ไหลเข้ามาสูงขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียสตลอดเวลาการดูดของลูกสูบ เชื้อเพลิงผสมของอากาศและเบนซินจะเข้าสู่ห้องสูบเป็นไปอย่างรวดเร็วเนื่องจากการขยายโตขึ้นของปริมาตรในห้องสูบ เมื่อลูกสูบเลื่อนลงมีผลทำให้ห้องสูบมีความกดดันต่ำเกิดความแตกต่างและต่ำกว่าภายนอกห้องสูบขึ้นมาก หมายถึงว่าด้วยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลิ้นไอดีที่โตเท่าที่จะทำได้ยอมให้ไอดีไหลผ่านเข้าไปในห้องสูบ ลิ้นไอดีเปิดก่อนศูนย์ตายบนถึงประมาณ 40 องศาเพลาข้อเหวี่ยง แต่อย่างไรก็ไม่สามารถ ทำให้การบรรจุสูบของไอดีเข้าไปทดแทนความดันที่ต่ำลงเป็นไปได้อย่างเต็มที่ 100% และจากการที่กระแสไหลของไอดียังมีพลังอยู่มากด้วยความเฉื่อยของมันในช่วงสั้นๆ หลังศูนย์ตายล่าง เพื่อต้องการให้มีการบรรจุสูบยาวนานขึ้นจึงยอมให้ลิ้นไอดีเปิดให้ไอดีไหลเข้าห้องสูบอีกต่อไปจนถึงหลังศูนย์ตายล่างประมาณ 70 องศาเพลาข้อเหวี่ยงแล้วลิ้นไอดีจึงปิด การบรรจุไอดีเข้าห้องสูบจึงจะสิ้นสุดลง

จากความเร็วรอบของเครื่องยนต์ทำให้การบรรจุสูบมีเวลาสั้นที่จะไหลเข้าไปผ่านลิ้นไอดี ลิ้นไอดีจึงต้องเปิดเร็วขึ้นก่อนศูนย์ตายบนและปิดช้าลงหลังศูนย์ตายล่างให้ลิ้นไอดีมีเวลาเปิดยาวขึ้น รวมช่วงการเปิดของลิ้นไอดีถึงประมาณ 300 องศาเพลาข้อเหวี่ยง จำนวนองศาก่อนศูนย์ตายบนหรือหลังศูนย์ตายล่างจะมีจำนวนมากหรือน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการออกแบบจำนวนความเร็วรอบของเครื่องยนต์

2.1.4.2 จังหวะอัด (Compression Stroke)

การอัดเชื้อผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศเกิดขึ้นขณะลูกสูบแล่นขึ้นสู่ศูนย์ตายบนเมื่อลิ้นไอดีปิดแล้วทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นแต่การอัดนั้นยังไม่ทำให้อุณหภูมิสูงพอที่จะทำให้เชื้อ เพลิงเกิดจุดติดไฟตัวเองหรือเชิงจุด(Self Ignition) ขึ้นได้

จากอุณหภูมิอัด (Compression Temperature) ที่สูงขึ้นทำให้เชื้อเพลิงกลายเป็นไอระเหย(Vapour) ดีขึ้นกว่าเดิมและเกิดการคลุกเคล้ากับอากาศได้ดีขึ้นด้วยกลายเป็นเชื้อระเบิด(Vapoured Mixture) ในจังหวะอัดลูกสูบเลื่อนตัวเองจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบน ลิ้นไอดียังเปิดอยู่จนกว่าถึงหลังศูนย์ตายบน 70 องศาเพลาข้อเหวี่ยง ในช่วงนี้ปริมาตรกระบอกสูบจะเล็กลง ความดันและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น การวัดขนาดของการอัดที่ศูนย์ตายบนวัดเป็น สัดส่วนความอัด (Copression Ratio) การเลือกใช้อัตราการอัดในเครื่องยนต์ออโตเมื่อลูกสูบอัดสุดหรือปลายจังหวะอัดจะต้องไม่เกิดการชิงจุด (Preignition) ของเชื้อผสมของอากาศและเบนซินในห้องสูบขึ้นได้อันหมายถึงว่าถ้าเกิดการชิงจุดจะทำให้เครื่องยนต์เกิดอาการน็อกขึ้น จากการผลิตน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้านการน็อก (Anti Knock) และการออกแบบลักษณะห้องเผาไหม้ที่เหมาะสมจึงทำให้เครื่องยนต์นี้มีอัตราการอัดสูงขึ้นได้ถึงประมาณ 8 : 1-11 : 1 และอุณหภูมิอัดสูงสุดถึงประมาณ 350 – 450 องศาเซลเซียส อันเป็นอุณหภูมิอัดเฉลี่ยที่มีค่าเป็นกลางๆ ส่วนอุณหภูมิที่เป็นจริงซึ่งสูงกว่านี้จะถูกหล่อเย็นหรือระบายออกไปทางผนังกระบอกสูบส่วนหนึ่งและทางชิ้นส่วนหล่อเย็นอื่น ๆ อีกเช่น หัวสูบลิ้นไอเสียเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราอัดของเครื่องยนต์เป็นผลให้เกิดความดันอัด(Compression Pressure) ขึ้นประมาณ 10 –16 บาร์ ผลเสียของการอัดสูง ๆ ติดตามมาคือความดันในจังหวะงานสูงแล้วสิ่งที่ติดตามมาคือ ชิ้นส่วนเครื่องยนต์รับภาระมากเกินไป (Over Load) การจุดติดไฟของเชื้อระเบิดยังอยู่ในช่วงของการที่ลูกสูบแล่นจากศูนย์ตายล่างขึ้นสู่ศูนย์ตายบนในเวลาอันสั้นก่อนศูนย์ตายบน ความดันที่ขึ้นสูงมากขึ้นจึงไม่เกิดขึ้นเพียงปริมาตรที่ค่อนข้างเล็กลงเท่านั้น แต่ยังเพิ่มขึ้นมาจากการเผาไหม้ที่รวดเร็วและรุนแรงที่เรียกว่าการจุดระเบิดอีกด้วย และการเกิดความดันที่เพิ่มขึ้นอย่างมากตามสัดส่วนของกำลังอัดในจังหวะอัดนี้เป็นการเพิ่มความดันในห้องเผาไหม้ที่ค่อย ๆ เกิดขึ้นก่อนลูกสูบถึงศูนย์ตายบนอีกด้วย

2.1.4.3 จังหวะระเบิด (Combustion Stroke) หรือ จังหวะกำลัง (Power Stroke)

การใช้งานความดันจากการเผาไหม้เริ่มตั้งแต่การจุดระเบิดจากประกายไฟหัวเทียนก่อนศูนย์ตายบนและเบนซินจะเผาไหม้สมบูรณ์ในช่วงจังหวะอัด แล้วดันหัวลูกสูบหลังจากเปลี่ยนการเคลื่อนที่จากขึ้นเป็นลงให้เลื่อนลงมาจากศูนย์ตายบนสู่ศูนย์ตายล่าง ที่ความดันสูงเกือบถึงจุดที่เชื้อผสมอากาศและเบนซินจะติดไฟขึ้นได้เอง ประกายไฟจุดระเบิด (Ignition spark) จะปรากฏขึ้นเพื่อเป็นความร้อนที่จะจุดให้เบนซินติดไฟเผาไหม้ขึ้น ตำแหน่งที่เกิดประกายไฟจุดระเบิดจะอยู่ก่อนศูนย์ตายบนเล็กน้อยตอนปลายจังหวะอัด เมื่อเกิดการจุดระเบิดขึ้นแล้วเปลวไฟจะลุกลามเผาไหม้เชื้อผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศจนกระทั่งเผาไหม้หมดต้องใช้เวลาประมาณ 1/1000 วินาที จึงต้องทำการจุดประกายไฟเพื่อจุดระเบิดก่อนที่ลูกสูบถึงศูนย์ตายบน ตำแหน่งจุดติดไฟหรือองศาจุดระเบิดขึ้นอยู่กับโครงสร้างของเครื่องยนต์คือความเร็วรอบและภาระ จำนวนองศาเพลาข้อเหวี่ยงสูงสุดของเครื่องยนต์ประมาณ 40 องศาก่อนศูนย์ตายบน เมื่อเกิดการเผาไหม้เชื้อผสมที่บรรจุสูบแล้วจะเกิดการขยายตัวของแก๊สเผาไหม้ที่มีความร้อนสูงและความดันที่เกิดขึ้นจะดันให้ลูกสูบแล่นลงสู่ศูนย์ตายล่าง

การบวนการเผาไหม้ (Combustion Process) กระบวนการเผาไหม้เริ่มโดยอณูเล็กๆของเชื้อเพลิงผสมของอากาศและเบนซินได้พบกับประกายไฟของหัวเทียนตรงจุดที่จุดติดไฟ (Ignition Point) การเผาไหม้จะส่งกันต่อออกไปเป็นชั้นๆของเชื้อระเบิดเป็นเปลวติดไฟหรือเปลวนำ (Flame Front) ลุกลามต่อไปเรื่อยๆผ่านเข้าสู่ห้องเผาไหม้แผ่กระจายลุกลามเป็นรูปรัศมีโดยรอบ เพื่อให้เกิดการจุดระเบิดของเชื้อระเบิดเป็นไปอย่างปลอดภัยจะต้องมีเงื่อนไขดังนี้

- เปลวไฟจะต้องมีจำนวนปริมาณความร้อนที่มากพอ
- มีความสามารถจุดติดไฟของเชื้อผสมของเชื้อเพลิงกับอากาศจะเกิดขึ้นได้ด้วยประกายไฟจากหัวเทียนเท่านั้น ไม่ว่าเครื่องยนต์ร้อนขึ้นในอุณหภูมิทำงานหรือเครื่องยนต์เย็นในขณะสตาร์ทติดเครื่อง
- การเผาไหม้เชื้อผสมเชื้อเพลิง จะต้องเผาไหม้หมดเรียบร้อยหลังจากศูนย์ตายบนเพียงเล็กน้อยเมื่อลูกสูบเริ่มเลื่อนลง

2.1.4.4 จังหวะคาย (Exhaust Stroke)

การคายเริ่มจากก่อนศูนย์ตายล่างและไปสิ้นสุดที่หลังศูนย์ตายบน แก๊สเผาไหม้จะต้องถูกนำออกจากห้องเผาไหม้อย่างหมดจดในระหว่างจังหวะงานประมาณ 40-60 องศาเพลาข้อเหวี่ยงก่อนศูนย์ตายล่างลิ้นไอเสียเริ่มเปิด จากความดันที่เกิดจากการระเบิดและขยายตัวแล้วต้องลดลงเหลือประมาณ 3-5 บาร์จะดันให้แก๊สเผาไหม้เริ่มไหลถ่ายเทออกทางช่องไอเสียด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วสูงพอควร และเพื่อต้องการให้แก๊สเผาไหม้จำนวนมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ไหลออกไปด้วยกระแสไหลมากที่สุด ลิ้นไอเสียจึงจะปิดหลังจากศูนย์ตายบน 30 องศาเพลาข้อเหวี่ยง

2.2 การเขียนแบบ

2.2.1 ความสำคัญของการเขียนแบบ

กอนที่วิศวกรหรือนักออกแบบจะสามารถสรางผลิตภัณฑได จะตองคิดหรือจิตนาการจนเห็น "ภาพ" ของผลิตภัณฑหรือชิ้นงานนั้นเสียกอน หลังจากนั้นจึงจะถายทอดความคิดนั้นออกมาในกระดาษเขียนแบบ อยางคราวๆ ดวยการสเก็ต (sketch) ตามหลักการเขียนแบบหรือภาษาการเขียนแบบ (graphic language) จากแบบสเก็ตก็จะพัฒนาไปสูแบบที่มีรายละเอียดมากขึ้น อาจจะดวยวิศวกรหรือนักออกแบบเอง หรืออาจใหชางเขียนแบบ (draftsman) ชวยเขียนให เมื่อความคิดนั้นถูกพัฒนาจนเต็มรูปแบบ และตกผลึกทางความคิด ในปจจุบันวิศวกรหรือชางเขียนจำเปนตองมีความสามารถในการอานแบบ และการเขียนแบบ เพราะ งานวิศวกรรมในยุคนี้สวนใหญจะทำกันเปนทีมงานซึ่งทุกคนในทีมงานตองสามารถสื่อสารความคิดของตนและเขาใจความคิดของคนอื่นไดอยางถูกตองและรวดเร็ว ผานตัวกลางคือ ภาษาการเขียนแบบ ซึ่งจะตองเปนมาตรฐาน คำวามาตรฐาน อาจจะแปลงายๆ วาเปนขอตกลง (protocol) ในโลกนี้อาจจะมีมาตรฐานการเขียนแบบหลากหลาย แตถาเราถูกกำหนดใหเขียนแบบตามมาตรฐานอันหนึ่งอันใดแลว ก็จะเขาใจตรงกันและมีแนวทางการเขียนแบบ-อานแบบตรงกัน

2.2.2 การใชคอมพิวเตอรชวยในการเขียนแบบ

เกือบทุกบริษัททางวิศวกรรมในขณะนี้ไดนำโปรแกรมชวยเขียนแบบ/ออกแบบ หรือที่เรียกวา CAD (Computer Aided Drafting/Design) มาใชแทนการเขียนแบบดวยมือ (manual drafting) แตหลักการพื้นฐานในการเขียนแบบก็ยังคงเดิมไมเปลี่ยนแปลง ฉะนั้นนิสิตสายวิศวกรรมที่ผานการศึกษาการเขียนแบบพื้นฐาน (วิชา Engineering Drawing I) มาแลว ก็จะสามารถฝกฝนและพัฒนาตนเองใหมีความสามารถในการเขียนแบบ-ออกแบบที่มีความซับซอนได ความสามารถในการเขียนแบบเปนคุณสมบัติของวิศวกรจบใหม คุณสมบัติหนึ่งที่ตลาดงานมีความตองการสูง

ในชวงตนของการนำโปรแกรม CAD มาใชงาน สวนใหญจะนำมาทดแทนการเขียนแบบดวยมือใน แบบ 2 มิติ (คำวา 2 มิติ คือ ขนาดใน 2 แกน หรือ X-Y ซึ่งก็คือความกวาง และความยาว) เพราะสะดวกรวดเร็วในการแกไข และสามารถผลิตแบบ (drawing, print-out, hardcopy) ที่มีคุณภาพสูง มีความถูกตองสูง ตัวอยางโปรแกรมที่นิยม ไดแก AutoDesk AutoCAD แตขอดอยของการเขียนแบบ 2 มิติ ก็คือ ทั้งผูเขียนแบบ และ คนอานแบบ จะตองมีความรูในศาสตรการเขียนแบบทางวิศวกรรม จึงสามารถที่จะแปลความหมายของแบบไดอยางถูกตอง อีกประการหนึ่ง ธรรมชาติของมนุษยจะมองและจินตนาการถึงวัตถุ เปน 3 มิติ ฉะนั้นแบบที่เปน 2 มิติในกระดาษจึงตองมีการแปรผลเปน 3 มิติ อีกครั้งหนึ่ง

ตอมามีการพัฒนาโปรแกรมชวยเขียนแบบที่เปน 3 มิติ ขึ้นมา (คำวา 3 มิติ คือ ขนาดใน 3 แกน หรือ X-Y-Z ซึ่งก็คือความกวาง, ความยาว และความสูงหรือความลึก) โปรแกรมลักษณะนี้ตองการเครื่องคอมพิวเตอรที่มีความ สามารถสูง (high performance) คือ ประมวลผลไดรวดเร็ว (fast calculation) และมีการแสดงผลบนจอภาพที่มีความละเอียดสูง (high resolution) ซึ่งคอมพิวเตอรที่ใชงานลักษณะนี้ ในยุคแรกๆ จะเปนคอมพิวเตอรแบบ Workstations ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Unix เชน เครื่อง Silicon Graphic, เครื่อง Sun

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Microsystem ตัวอยางโปรแกรม 3 มิติในยุคแรก เชน โปรแกรม CATIA, โปรแกรม Unigraphic หรือเรียกสั้นๆ วา UG ขอดอยของการใชงานโปรแกรม 3 มิติในยุคตนๆ คือ ทั้ง hardware และ software มีราคาสูงมาก จึงมีการใชงานอยูในบริษัทยักษใหญเทานั้น เชน บริษัทผลิตเครื่องบิน บริษัทผลิตรถยนต

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอรสวนบุคคล (Personal Computer หรือ PC) ถูกพัฒนาจนมีความสามารถสูงเกือบเทียบเทาเครื่อง Workstations ทำใหโปรแกรมชวยเขียนแบบ 3 มิติ เริ่มมีใชในเครื่อง PC และมีการใชงานแพรหลายมากขึ้น ตัวอยางโปรแกรม 3 มิติในยุคนี้ ไดแก โปรแกรม SolidWorks, โปรแกรม AutoDesk Inventor นอกจากนี้โปรแกรมที่เคยอยูบนเครื่อง Workstation อยางโปรแกรม UG ก็มีการออกเวอรชั่นที่ใชกับเครื่อง PC บนระบบปฏิบัติการ Windows ได

2.2.3 SolidWorks

ในการจำแนก Software CAD (Computer Aided Design) ขอจำกัดที่แวดวงการออกแบบวิศวกรรม โดยไมรวมถึงสถาปัตย์หรืองานไฟฟ้าซึ่งจะกวางเกินไป ในที่นี้จะขอกลาวถึงงานออกแบบวิศวกรรมเครื่องกล ซอฟต์แวร์ที่ใช้กันแพร่หลายในปัจจุบัน มักเป็น 2D ซึ่งหมายถึงว่าเป็น 2D Drafting (Computer Aided Drafting) คือ ซอฟต์แวร์ช่วยงานเขียนแบบเท่านั้น ไม่ใช่ซอฟต์แวร์ช่วยงานออกแบบ หรือ Design tool อย่างแท้จริง ส่วนพวกที่ถือว่าเป็น ซอฟต์แวร์ออกแบบ เพื่องานออกแบบจริง ๆ นั้น ส่วนใหญ่จะเรียกนี้ว่า CAD (Computer Aided Design) คือ ซอฟต์แวร์แบบ 3 มิติ ให้ขึ้นงานเป็น 3 มิติ พร้อมกับให้นำชิ้นงานไปประกอบเหมือนงานจริง ส่วนงานแบบคือ ผลพลอยได้ โดยซอฟต์แวร์จะสร้างให้เองอัตโนมัติ โดยที่นักออกแบบมีหน้าที่จัดรูปแบบให้เข้าที่ ตามที่ต้องการความแตกต่างระหว่างงานออกแบบกับเขียนแบบ คือสิ่งที่จำเป็นต้องทำความเข้าใจ โดยที่งานเขียนแบบ คือสิ่งสุดท้ายที่นักออกแบบต้องสื่อสารกับผู้อื่นว่าสิ่งที่นักออกแบบคิดนั้นรูปร่างหน้าตา ขนาด เป็นอย่างไรบนกระดาษ แต่ผลิตภัณฑ์ หรือชิ้นงาน ที่นักออกแบบทำการออกแบบนั้นเป็น 3 มิติ เพราะฉะนั้น Software เพื่องานออกแบบหรือที่เรียกว่า Software CAD (Computer Aided Design) ควรช่วยให้การออกแบบทำได้เร็วขึ้น มิใช่เพียงทำให้เขียนแบบได้เร็วแต่เพียงอย่างเดียว

2.2.3.1 คุณสมบัติของ Software CAD

1. ทำงานในรูปแบบ 3 มิติ
2. ต้องสร้างงาน Drawing โดยอัตโนมัติ
3. แก้ไขได้รวดเร็วและง่ายดาย

SolidWorks ไม่ได้ทำให้งานเขียนแบบเร็วขึ้น แต่ SolidWorks ช่วยงานทั้งระบบเร็วขึ้นและดีขึ้น ก็คือว่าเพิ่ม Productivity ของทั้งระบบให้เพิ่มขึ้น

Solidwork & Autocad : Basic Concept

AutoCAD : Computer Aided Drafting (ช่วยเขียนแบบ)

SolidWorks : Computer Aided Design (ช่วยงานออกแบบ)

2.2.3.2 ขั้นตอนพื้นฐานสำหรับการออกแบบ(Basic Design Process)

1. Conceptual Design : 3D
2. Sketching : 3D
3. Part Design : 3D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Assembly Design : 3D

5. Engineering checking (Motion, CG, Moss) : 3D

6. Part detail drawing : 2D

7. Assembly drawing : 2D

ซอฟต์แวร์สำหรับงานเขียนแบบ จะช่วยงานเขียนแบบเร็วขึ้น คือ ขั้นตอนที่ 6-7 ดังนั้น SolidWorks ช่วยให้งานออกแบบทั้งกระบวนการเร็วขึ้นทั้ง 7 ขั้นตอน เพราะผู้ออกแบบสามารถมองเห็นภาพเป็นแบบ 3 มิติ เสมือนจริง ทำให้สามารถทดสอบการเคลื่อนไหว เห็นภาพประกอบจริงของเครื่อง โดยที่งาน Detail Drawing เป็นผลพลอยได้ที่ SolidWorks สามารถทำให้โดยอัตโนมัติ

2.2.3.3 ประโยชน์ของการใช้ซอฟต์แวร์3มิติ

1 งานออกแบบเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ง่ายเพราะแสดงภาพเป็นแบบ 3 มิติ เหมือนจริง ทำให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจในแบบง่าย

2 งานออกแบบมีความผิดพลาดน้อยลงเพราะสามารถเห็นภาพจริงก่อนผลิตงานจริง รวมทั้งสามารถทดสอบการทำงานทางกายภาพได้บนจอคอมพิวเตอร์ สามารถทราบน้ำหนัก ปริมาตร รวมถึงความเป็นไปได้ในเชิงวิศวกรรมได้ทันที

3 การทำ Detail Drawing เป็นเรื่องง่ายที่สุดเพราะ โซลิดเวิร์ค(Software 3D) สามารถสร้าง 2D Detail Drawing ให้โดยอัตโนมัติ โดยไม่เกิดความผิดพลาดอย่างเด็ดขาด

4 เป็นเรื่องพื้นฐานในการนำชิ้นงานไปใช้ในแอพลิเคชั่นต่อเนื่อง เช่น Mold design, Cam Design ตลอดจนสร้าง tool path ในการบังคับเครื่อง CNC ทำการกัดงานจริงออกมา

5 สิ่งที่ดีที่สุดของ SolidWorks คือ เมื่อต้องการแก้ไขงานไม่ว่าขั้นตอนใดๆ สามารถตามไปแก้ไขDrawing ทุกๆแผ่น โดยอัตโนมัติ และถูกต้อง ไม่ว่าการแก้ไขจะเกิดขึ้นในขั้นตอนใด หรือนาทีสุดท้ายก่อนการทำงานจริง สามารถสร้าง Drawing ใหม่ในเวลา 10 นาที

โดยสรุปแล้วโซลิดเวิร์ค (3D) ทำให้งานออกแบบเร็วขึ้นกว่าการใช้ 2D มากกว่า 50% พร้อมทั้งคุณภาพดีกว่าอีกด้วย

2.2.3.4 ความสำคัญของ SolidWorks กับงานด้านอื่นๆ

1 การตลาด

Better Presentationการนำเสนอลูกค้าหรือผู้บริหารที่มีอำนาจตัดสิน ใจ ซึ่งอาจจะมีเวลาไม่มากนักที่จะลงรายละเอียด หรือดูเพียง Drawing บนกระดาษ ดังนั้น การสื่อสารโดยแสดงเป็นภาพ 3 มิติ สามารถหมุนชิ้นหมุนชิ้นงานดูได้รอบหรือการมองเห็นการทำงานภายในที่แสดงโดยใช้คอมพิวเตอร์นั้น ช่วยให้สื่อสารกันได้เข้าใจและง่าย โดยเฉพาะ อย่างยิ่งภาพพจน์ และ ความน่าเชื่อถือของบริษัทย่อมดีขึ้นและดีกว่าคู่แข่ง

Flexibility ความใฝ่ฝันของผู้ซื้อคือ สามารถมองเห็น Product และแก้ไขตามใจมากที่สุด ซึ่งด้วยความสามารถของ Software SolidWorks จะทำให้ เราสามารถแก้ไขทุกอย่างง่าย และรวดเร็วจนลูกค้าพอใจ

2 การวิจัยและพัฒนา

Faster time to market เมื่องานออกแบบสามารถสร้างได้เร็วขึ้นการแก้ไขทำได้ง่ายขึ้นด้วย เครื่องไม้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพอย่าง SolidWorks ผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากทีมงานจำนวนเท่าเดิมย่อมจะเพิ่มมากขึ้นและสามารถสร้างงานให้มีนวัตกรรม รวมทั้งผลิตสู่ท้องตลาดได้เร็วกว่าคู่แข่ง สร้างความได้เปรียบแก่บริษัท ให้คู่แข่งตามทันได้ยาก แต่ในทางกลับกันนึกดูว่า คู่แข่งของเรามีเครื่องมือดี ๆ แบบนี้แต่เราไม่มี เราคงต้องวิ่งตามกันเหนื่อย

Better Quality Product SolidWorks คือ เครื่องมือที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถผลิตภัณฑ์บนคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็น 3 มิติ อย่างที่มันเป็น ผู้ออกแบบสามารถเห็นงานจริง ๆ สามารถจำลองการประกอบเพื่อดูว่าเหมาะสมหรือไม่ ติดขัดอย่างไร รวมไปถึงการทดสอบ Function การเคลื่อนไหวของกลไกภายใน เพื่อจุดประสงค์เดียวคือ Better Product และนั่นคือสิ่งที่ SolidWorks ให้ได้

Lower Cost Prototyping หากใช้ SolidWorks ในการออกแบบแล้ว การจ้างทำ Prototype แทบจะหมดความสำคัญลงไปเลย เพราะเราสามารถมองเห็นบนจอได้อยู่แล้ว รวมทั้งคุณสมบัติต่าง ๆ เช่น น้ำหนัก, จุด Center of Gravity, พื้นผิวและปริมาตร และแน่นอนเมื่อต้องการทำ Prototype ซัก 10 ชิ้น อาจจะคุ้มมูลค่าของ Software แล้วก็ได้

3 การผลิต

Automation ในกรณีที่บริษัทเป็นผู้ผลิตที่มี CNC อยู่แล้ว บริษัทสามารถหา Software CAM (Computer Aided Manufacturing) เพื่อแปลง file จากชิ้นงาน 3 มิติให้กลายเป็น G-Code เพื่อส่งให้กับเครื่อง CNC ได้โดยไม่ต้องสร้าง Drawing แล้วไปป้อนค่าอีกครั้ง ทำให้งาน Production เร็วขึ้นและมีความถูกต้องแม่นยำสูง

Better Communication with Supplierในกรณีที่บริษัท Supplier นอกจากเป็นผู้ผลิต สามารถที่จะคุยกับ Supplier เป็น 3 มิติ ได้เลย โดยไม่ต้องจำกัดว่าจะต้องเป็น 2D Drawing เพียงอย่างเดียว โดยเราสามารถกดสั่ง File 3 มิติ ให้กับ Supplier ซึ่งมีระบบ CAD/CAM ใช้งานอยู่แล้ว(ส่วนใหญ่) โดยที่ Supplier ไม่ต้องเสียเวลา ต้องมาตรวจสอบกันอย่างละเอียด ถ้าส่งเป็น File ไปเลยรับรองไม่ผิดพลาดแน่นอน

Decrease Human Error & Re-works เมื่อระบบเป็น Computerize and Automation โดยที่ Computer และ Software เข้ามาทำงานแทนที่คน แน่นอนว่า Human Error ลดลงแน่นอน และเมื่อ Design ได้ดีทุกอย่าง Automation หมด ย่อมลด Engineering Rework ได้อีกทอดหนึ่ง นั่นหมายถึงลดต้นทุนได้แบบมีนัยสำคัญ

SolidWorks กำเนิดขึ้นจากความต้องการที่จะแก้ปัญหา 3 อย่าง ข้างต้น เพื่อที่จะให้วิศวกรทั่วไปได้ใช้ความสามารถของตนอย่างเต็มที่ โดยไม่ต้องไปเสียเวลานั่งเขียนแบบอีกต่อไป

2.2.3.5 Windows Native

SolidWorks ถูกสร้างขึ้นบน Windows ไม่ใช่ซอฟต์แวร์ที่ทำการ port หรือ Re-comply มาจากUNIX หรือ DOS ทำให้ SolidWorks ทำงานได้ Smart & Smooth มากบน Windows ไม่ว่าจะเป็น Technique การ Drag & Drop หรือการใช้ OLE 2.0 คือการใช้ Object หรือ File ร่วมกับซอฟต์แวร์อื่น ๆ ยกตัวอย่างเช่น การทำ Design Table โดยใช้ Excel ทำให้สามารถทำStandard Part หรืองานต้นแบบ โดยสามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ ในตาราง Excel โดยไม่จำเป็นต้องแตะต้องงานชิ้นนั้นเลย ซอฟต์แวร์จะทำการเปลี่ยนแปลงขนาดและชิ้นส่วนต่าง ๆ ตามค่าที่เราได้ให้ไว้อย่างอัตโนมัติ หรือลักษณะการสร้าง BOM อัตโนมัตินั้น SolidWorks จะทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

การถอด BOMลงใน File Excel เลยสามารถไปทำราคาหรือ link ไปยัง Software อื่น ๆ ได้อีกทันที

2.2.3.6 Production Level

SolidWorks เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ให้ออกแบบชิ้นงาน โดยเหมือนกับการปั้นดินน้ำมันบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยให้ทำชิ้นงานเหล่านี้มาประกอบเป็นงานจริง รับรู้ถึงคุณสมบัติทางกายภาพ และสุดท้ายมันจะช่วยสร้าง Detail drawing ได้อัตโนมัติ โดยใช้เวลาไม่น่าจะเกิน 10 นาที หลังจากการสร้างงานเสร็จเรียบร้อย งาน 3 ส่วนของ Mechanical design คือ Part design, Assembly และ Drawing

1 Part Design

SolidWorks เป็นซอฟต์แวร์ประเภทโซลิดเบส คือ ขึ้นรูปเป็นก้อนตัน ซึ่ง SolidWorks จะให้เราเริ่มโดยการ Sketch profile แล้วใช้คุณสมบัติเช่น Excel คือยืดให้มีความหนา, Cut คือตัดลงไปตามระยะที่กำหนด, Sweep คือ กวาดหรือยืดไปทางเส้นทางที่กำหนด หรือ Revole คือ การให้ Profile หรือเส้น Sketch กวาดหมุนรอบแกน ซึ่ง Feature เหล่านี้ ถือเป็นพื้นฐานของการขึ้นรูป Solid นอกจากนี้โซลิดเวิร์ค จะมีคำสั่งมากมายที่จะช่วยสร้างชิ้นงานไม่ว่าจะ Complex ขนาดไหน เช่น Loft, sweep with guide curve, Helix หรือ Shell ซึ่งจะช่วยให้เราขึ้นรูปได้ง่ายและถูกต้อง รวมทั้งล่าสุด SolidWorks ได้เพิ่มความสามารถทางด้าน งานแผ่นคลี่ ทำให้สามารถครอบคลุมไปทุก ๆ งานของการดีไซด์

2 Assembly Design

SolidWorks จะให้คุณดึงชิ้นงานมาประกอบกัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) Drag & Drop ชิ้นงานที่สร้างไว้มาวางใน Mode Assembly

2) ลด Degree of Freedom ของแต่ละชิ้นงานลงโดยให้ความสัมพันธ์ระหว่างชิ้นงาน โดยเราสามารถ Reference ได้ทุกส่วนของชิ้นงานไม่ว่าจะเป็น ขอบ, Surface, มุม, จุดศูนย์กลาง, แกนหลัก หรือ Plan ของชิ้นงานได้ ดังนั้นจึงเป็นงานง่ายมากจะจัดชิ้นงานแต่ละชิ้นเข้ามาประกอบกัน

3) สร้างชิ้นงานเพิ่มเติม โดยสามารถใช้ profile หรือตังชิ้นงานอื่น ๆ เป็นฐานแล้วสร้างชิ้นงานอื่นเพิ่มเติม ซึ่งฝรั่งเขาเรียกว่าเป็น Top-down design ซึ่งถือว่าหาก Software ใดไม่มี feature ส่วนนี้ก็ถือว่าเป็น un-production level คือไม่สามารถใช้งานได้จริง

3 Detail Drawing

เมื่อต้องการ Detail Drawing เพียง 2 คลิก ก็จะได้ Top-front-side view อีก 3 คลิก ได้ section view พร้อม hatch เรียบร้อย ถ้าเป็นการ Genterate drawing จาก Model Assembly เราสามารถ Take BOM ได้อัตโนมัติอีกด้วย Dimension และ Symbol ทางเครื่องกลทาง Software มีพร้อมให้อยู่เสมอ

SolidWorks ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานจริง เหมือนกับ Software ระดับ Pro-E SDRC หรือUG มิใช่เป็น Software ที่มีดีแค่ demo สวยงามแต่ทำงานจริงไม่ได้

4 Fully Associated

Part Model, Assembly model และ Drawing ทั้ง 3 ส่วนนี้ได้ link ถึงกันอย่างกลมกลืน หากมีการแก้ไขใด ๆ ไม่ว่าจะอยู่ใน mole ใด เช่น ทำการแก้ไขใน Drawing ของ part A สิ่งที่แก้ไขจะตามไปแก้ Model ของ Part A ด้วย รวมทั้งแก้ไขส่วนของ part A ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Assembly ด้วย และถ้ามี Drawing ของ Assembly ก็แน่นอนว่าทั้งหมดจะถูกแก้ไขเหมือนกัน หมดถือว่าเป็นการลด Human Error ลงอย่างมหาศาล

5 100% Editable

งานออกแบบต้องอยู่คู่กับการแก้ไขเสมอ SolidWorks ได้ให้ความสามารถของการแก้ไขแบบเต็ม 100% เพราะไม่ว่าจะออกแบบไปถึงขั้นตอนใดเสร็จไปแล้ว 80%, 90% ปรากฏว่าตัวบอดี้ชิ้นงานตัวแรกสุดมีความจำเป็นต้องเปลี่ยน ด้วย SolidWorks งานแก้ไขก็กลายเป็นเรื่องง่ายถึงง่านที่สุดใช้เวลาน้อยมาก และความถูกต้องสูง SolidWorks ไม่ได้อนุญาตเพียงให้แก่ Dimension เท่านั้นด้วย Feature manager ที่อยู่ด้านซ้ายซึ่งเป็นตัวที่คล้ายกับการเก็บขั้นตอน การทำงานต่าง ๆ เป็น step ซึ่งถ้าเราไป Double click ที่ขั้นตอนใดโซลิดเวิร์คจะขึ้น dialog box ให้แก้ไข ซึ่งแก้ไขได้หมดไม่ว่าจะเป็น Dimension Profile หรือ Definition เช่น ความกว้าง ยาว ลึก นี่คือ ความหมายของ 100% editable ของ SolidWorks

6 File Translator

เมื่อต้องติดต่อกับโปรแกรม อื่นๆ SolidWorks ได้มีการแปลง file standard ไม่ว่าจะเป็น IGES, STEP, DXF, DWG, STL SAT และโดยเฉพาะท่านที่มี UG อยู่ โซลิดเวิร์คสามารถแปลง File เป็นของ UG ได้เลยโดยตรง

7 Open API

SolidWorks มีข้อดีอีกอย่างคือ SolidWorks จะพัฒนา CAD Tools เพียงอย่างเดียวคือ Part design, Assembly และ Detail Drawing ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ส่วนด้านอื่นๆ เช่น CAM (Computer Aided Manufacturing) CAE (Computer Aided Engineering) เช่น FEA หรือ Plastic flow analysis รวมทั้ง TDM (Technical Data Management) ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ Software ตัวใดก็ได้ที่เหมาะ เช่น จะใช้ CAM สามารถเลือก MasterCAM SurfCAM หรือ Teksoft ได้ตามที่คิดว่าเหมาะสม หรือถ้าจะวิเคราะห์ FEA ท่านก็จะสามารถเลือก ANSYS, NASTRAN หรือ COSMOS ทั้งนี้ Software เหล่านี้จะทำตัวเป็น Software plug-in อยู่บน Windows ของ SolidWorks ไม่ต้องมีการ Transfer File ดังนั้นนี่ถือว่าเป็นอิสระของผู้ใช้ที่มีสิทธิเลือก

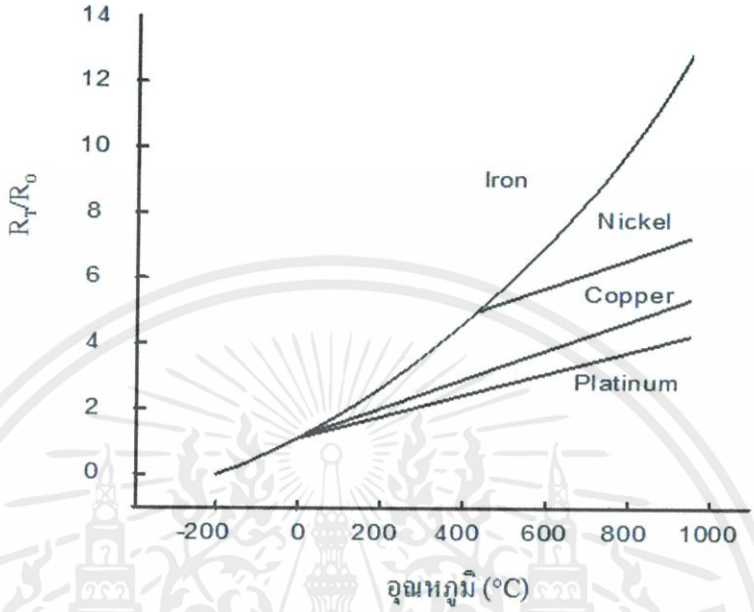
2.3 อาร์ทีดี (Resistance Temperature Detector, RTD)

เป็นทรานสดิวเซอร์ (transducer) วัดอุณหภูมิ (temperature) โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุ จัดเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภทพาสซีพ (passive transducer) การทำงานต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกป้อนให้กับวงจร โดยค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุและอุณหภูมิแสดงความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานของโลหะจะมีค่าสูงขึ้น ในการใช้งานควรเลือกใช้วัสดุที่ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานสูง เพราะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปเพียงเล็กน้อยค่าความต้านทานของโลหะจะเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน

วัสดุที่นิยมใช้ทำอาร์ทีดี ได้แก่ แพลทตินั่ม (platinum) นิกเกิล (nickel) และทองแดง (copper) เป็นต้น ทองแดงและนิกเกิลเป็นวัสดุที่มีราคาถูก ประกอบง่าย จึงนิยมใช้งานในช่วงอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปการใช้งานในอุตสาหกรรมและในห้องปฏิบัติการนิยมใช้อาร์ทีดีที่ทำมาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แพลททินั่มมากที่สุด เนื่องจากมีความเที่ยงตรง (precision) และมีความเป็นเชิงเส้น (linearity) สูงที่สุด แต่มีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่น

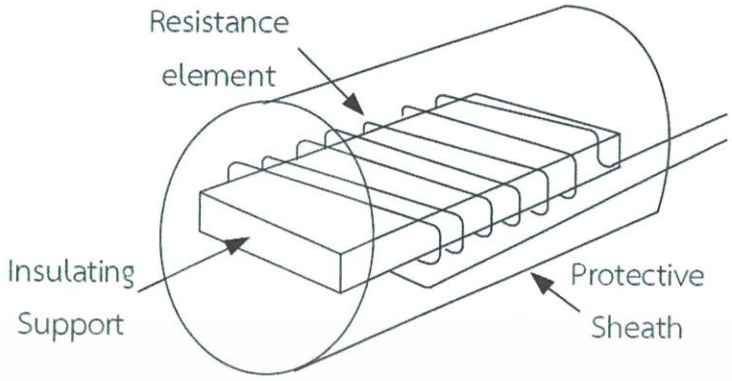


รูปที่ 2.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของวัสดุต่างๆ

พิจารณากราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานและอุณหภูมิของทองแดงและแพลททินั่ม พบว่า มีลักษณะเป็นเส้นตรงในย่านของอุณหภูมิที่ค่อนข้างกว้าง และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นเชิงเส้นชัดเจน อย่างไรก็ตาม ทองแดงง่ายต่อการทำปฏิกิริยาเคมี โดยทั่วไปจึงเลือกใช้แพลททินั่ม โดยอาร์ทีดีชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด คือRTD PT100 เนื่องจากอาร์ทีดีเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภทพาสซีฟต้องการแหล่งจ่ายไฟภายนอก การวัดอุณหภูมิด้วยอาร์ทีดีจึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ โดยอุณหภูมิที่วัดได้อาจมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง ซึ่งเป็นผลมาจากความร้อนจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก

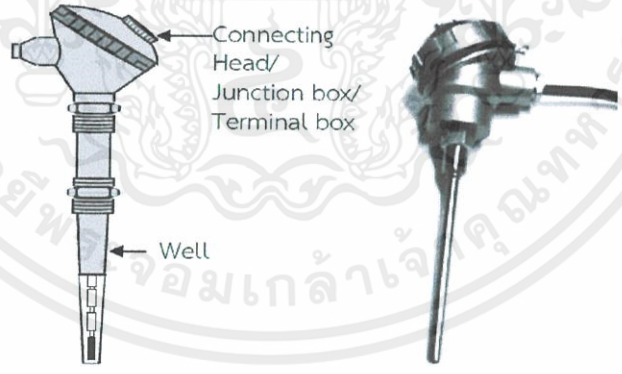
โครงสร้างของอาร์ทีดีประกอบด้วยขดลวดความต้านทานที่ทำจากวัสดุชนิดต่าง ๆ พันรอบแกนหรือหลอดที่มีสภาพเป็นฉนวนไฟฟ้าทนต่อความร้อน (ดังรูป) จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้ขดลวดร้อนจนอ่อนตัวและนำไปอบร้อนเพื่อคลายความเครียดของเส้นลวด แกนสำหรับพันเส้นลวดส่วนใหญ่ทำมาจากสารประเภทเซรามิกหรือแก้ว หรือแพลททินั่มเคลือบด้วยเซรามิก โดยแกนที่ใช้พันขดลวดต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวใกล้เคียงและสัมพันธ์กับการขยายตัวของเส้นลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



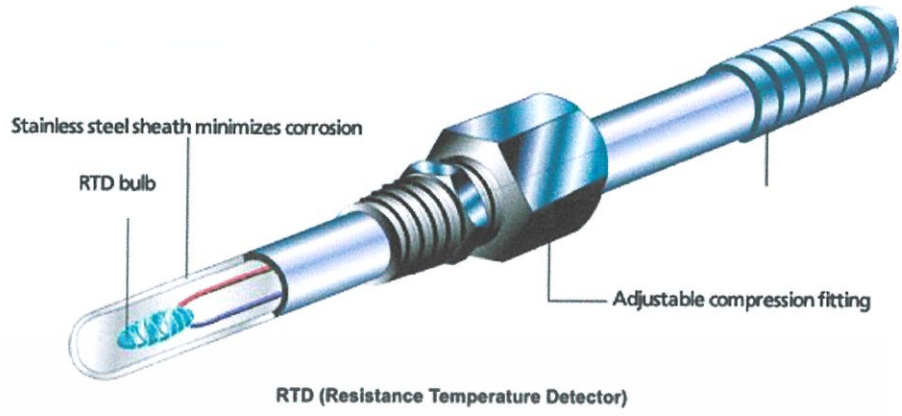
รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของอาร์ทีดี

โดยทั่วไปอาร์ทีดีที่นำไปใช้งานอยู่ในรูปของชีตอาร์ทีดี (sheath RTD) (บางครั้งเรียกว่า ปลอกโลหะ (metal sheath) หรือโพรบ (probe)) หรือติดตั้งไว้ในเทอร์โมเวลล์ (thermowell) โดยนำแกนที่พันด้วยเส้นลวดมาติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบหรือเทอร์โมเวลล์ (ดังรูป ก) เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใด ๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยไม่เกิดการเสียหาย อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลหรืออาร์ทีดี เพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ ได้แก่ หัวเชื่อมต่อ (conecting head/junction box/terminal box) (บางครั้งเรียกว่า หัวกะโหลก) (ดังรูป ข) โดยเวลาที่ใช้ในการอ่านค่าอุณหภูมิด้วย อาร์ทีดี หรือช่วงเวลาการตอบสนอง (response time) ของ RTD ขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ ได้แก่ ชนิดของวัสดุทำเทอร์โมเวลล์หรือโพรบ ช่องว่างระหว่างโพรบและ RTD การติดตั้ง และชนิดของของไหลที่ต้องการวัดอุณหภูมิ เป็นต้น



รูปที่ 2.9 ก โครงสร้างภายนอกของอาร์ทีดี
ข โพรบหรือปลอกโลหะสำหรับห่อหุ้มทรานสดิวเซอร์วัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ RTD

รูปที่ 2.11 ลักษณะของ RTD ในรูปแบบต่างๆ

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือวัดอุณหภูมิชนิดอาร์ทีดีในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่

การวัดและควบคุมอุณหภูมิน้ำมันในเครื่องทอด (fryer) ด้วยเครื่องมือวัดชนิดอาร์ทีดีบรรจุอยู่ภายในโพรบ (ซีตอาร์ทีดี: sheath RTD) หรือเทอร์โมเวลล์ (thermowell) ซึ่งทำด้วยสแตนเลสเพื่อเสริมความแข็งแรง และป้องกันไม่ให้น้ำมันสัมผัสโดยตรงกับเครื่องมือวัด โดยเครื่องมือวัดอุณหภูมินี้จะส่งสัญญาณทางด้านเอาต์พุตให้กับระบบควบคุม เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อน เพื่อให้น้ำมันทอดมีอุณหภูมิคงที่ตามที่กำหนดไว้

การติดตั้งเครื่องมือวัดอุณหภูมิชนิดอาร์ทีดีแบบ PT100ในเครื่องพาสเจอร์ไรซ์ (pasteurizer) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวัดเพื่อการควบคุม (control processes and operations) โดยติดตั้งที่บริเวณทางออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนในส่วนให้ความร้อน และใช้สัญญาณทางด้านเอาต์พุตที่วัดได้เป็นอินพุตสำหรับควบคุมการทำงานของวาล์วเปลี่ยนทิศทางการไหล หรือการวัดอุณหภูมิน้ำร้อนในถังด้วยอาร์ทีดีเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ให้ความร้อน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการวัดอุณหภูมิ (temperature measurement) ในระบบพาสเจอร์ไรซ์ต้องติดตั้งเครื่องมือวัดภายในโพรบ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทนทานให้กับเครื่องมือวัด และป้องกันไม่ให้วัสดุโครงสร้างของ

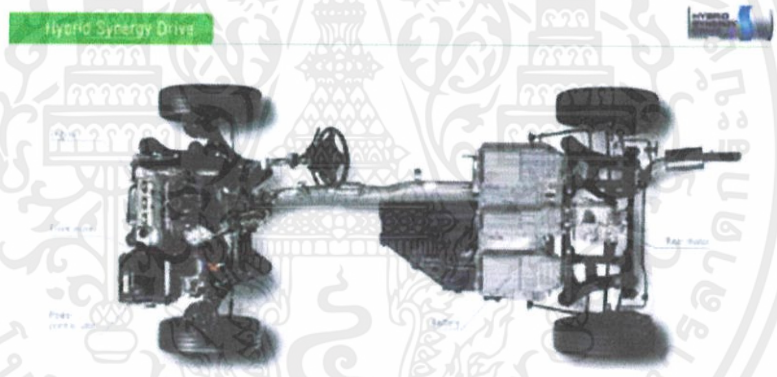
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

เครื่องมือวัด (instrument) สัมผัสโดยตรงกับอาหาร และเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน (contamination) ไปสู่อาหารได้ โดยวัสดุที่เลือกใช้ทำโพรบ (ซีตอาร์ทีดี: sheath RTD) ต้องไม่ทำปฏิกิริยากับอาหาร เช่น สแตนเลส เกรด 304 หรือ 316 เป็นต้น ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารที่ต้องการฆ่าเชื้อ

การติดตั้งอาร์ทีดีในหม้อฆ่าเชื้อ (retort) โดยมีวัตถุประสงค์ของการวัดเพื่อควบคุม (control processes and operations) การทำงานของวาล์ว (valve) ต่าง ๆ ได้แก่ การวัดอุณหภูมิเพื่อควบคุมการเปิด/ปิดวาล์วระบายอากาศ วาล์วไอน้ำ และปั๊มน้ำ (pump) เป็นต้น โดยเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ใช้ในหม้อฆ่าเชื้อต้องสามารถทนสภาวะการใช้งานภายใต้ความดัน (pressure) ได้ จึงควรติดตั้งอยู่ภายในโพรบ (ซีตเทอร์โมคัปเปิล:sheath thermocouple) ที่แข็งแรงหรือติดตั้งอยู่ภายในเทอร์โมเวลล์ (thermowell) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงทนทานให้กับเครื่องมือวัด

2.4 ยานพาหนะไฮบริด (hybrid vehicle)

คือยานพาหนะที่มีระบบการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์สองระบบทำงานร่วมกัน โดยทั่วไปแล้วหมายถึงการทำงานร่วมกันระหว่างระบบสันดาปภายในที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงทำงานร่วมกับระบบมอเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.12 แสดง Hybrid System Device

ระบบการออกตัว การทำงานของไฮบริด เริ่มจากการออกตัวขณะจอด และการเร่งความเร็วขณะความเร็วต่ำ มอเตอร์ไฟฟ้าจะดึงพลังงานจากแบตเตอรี่ เพื่อช่วยให้ออกตัวได้รวดเร็ว และเร่งขณะความเร็วต่ำได้ตามที่ต้องการ

การขับขี่ทั่วไป เครื่องยนต์ และมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำงานประสานกันอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้เชื้อเพลิงให้คุ้มค่าที่สุด แต่เมื่อเร่งความเร็วแบบกะทันหัน มอเตอร์ไฟฟ้าจะดึงพลังงานเพิ่มจากแบตเตอรี่มาเสริมกำลัง ช่วยให้เครื่องยนต์มีกำลังสูงสุดและสามารถเร่งความเร็วได้ตามความต้องการ

การเบรก และการลดความเร็ว เมื่อผู้ขับขี่แตะเบรก มอเตอร์ไฟฟ้าจะเปลี่ยนไปทำหน้าที่เป็นเครื่องกำเนิดพลังงาน (ไดนาโม) และแปลงพลังงานจลน์ที่เกิดจากการเบรกเป็นกระแสไฟฟ้า เพื่อชาร์จไฟฟ้ากลับเข้าไปในแบตเตอรี่

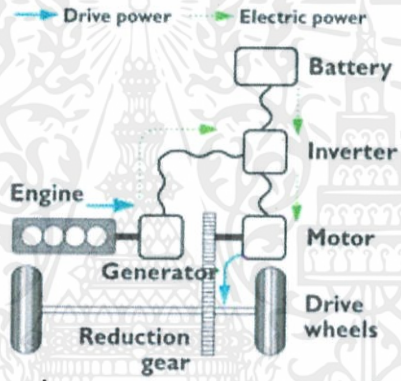
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจอดอยู่กับที่ เมื่อรถจอดอยู่กับที่ เครื่องยนต์ และมอเตอร์ไฟฟ้าจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อลดการใช้น้ำมัน และการปล่อยควันพิษ โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองพลังงานกับรอบเดินเบาขณะจอด

ทั้งนี้ระบบการทำงานแบบไฮบริดจะแตกต่างกันออกไปตามการออกแบบของรถยนต์แต่ละยี่ห้อ ซึ่งแต่ละยี่ห้อจะออกแบบให้ต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับเครื่องยนต์แต่ละชนิด เช่น เครื่องยนต์ขนาดเล็กจะใช้มอเตอร์ขนาดใหญ่เพื่อ ช่วยเครื่องยนต์ในขณะออกตัวกะทันหัน ไม่ให้สิ้นเปลืองน้ำมันในเครื่องยนต์จนเกินไป

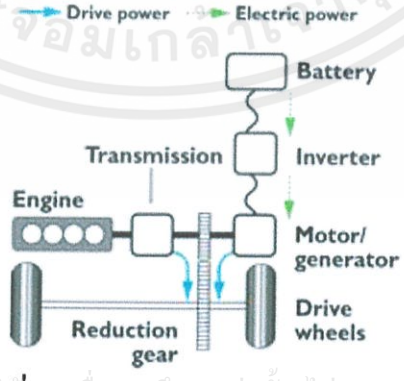
แม้ว่าระบบไฮบริดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีพื้นฐานของการจับคู่ระหว่างเครื่องยนต์สันดาปภายในกับมอเตอร์ไฟฟ้า แต่จริงๆ แล้ว หลักการทำงานแตกต่างกัน และแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ

ซีรีส์ ไฮบริด (SERIES HYBRID) ซึ่งกำลังขับเคลื่อนหลักมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์ทำหน้าที่ปั่นตัวชาร์จกระแสไฟฟ้าเพื่อส่งมาเก็บในแบตเตอรี่ และมอเตอร์ไฟฟ้าก็ใช้กระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ มาขับเคลื่อนตัวรถ



รูปที่ 2.13 แสดงการทำงานแบบซีรี่ย์

พาราลเรล (PARALLEL HYBRID) ทั้งเครื่องยนต์ และมอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ขับเคลื่อนตัวรถ โดยกำลังที่ถูกส่งออกมาจะผันแปรไปตามสภาพการขับขี่ และในระบบนี้ มอเตอร์ไฟฟ้าจะไม่สามารถขับเคลื่อนตัวรถเพียงอย่างเดียว แต่มีหน้าที่แค่เสริมการขับเคลื่อนให้เครื่องยนต์ และชาร์จกระแสไฟฟ้า เข้าไปเก็บในแบตเตอรี่

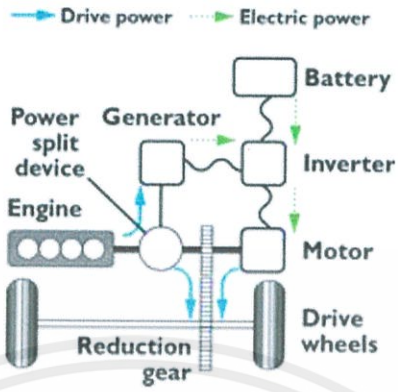


รูปที่ 2.14 แสดงการทำงานแบบพาราเรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ซีรีส์/พาราลเรล (SERIES/PARALLEL HYBRID) เป็นรูปแบบที่ผสมจุดเด่นของทั้ง 2 แบบเข้าด้วยกัน และเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในรถยนต์ไฮบริดรุ่นปัจจุบัน มอเตอร์ไฟฟ้า (ช่วงความเร็วต่ำจนถึงปานกลาง) และเครื่องยนต์สามารถขับเคลื่อนได้เพียงลำพัง (ความเร็วสูง) หรือทั้ง 2 จะผสานการ

ทำงานในการขับเคลื่อนก็ได้ (เร่งแซง) เพื่อประโยชน์สูงสุดในด้านความประหยัดน้ำมันและสมรรถนะในการขับขี่



รูปที่ 2.15 แสดงการทำงาน**แบบ**ซีรีส์/พาราลเรล

2.4.1 ประโยชน์ของระบบพลังงานไฮบริดในชีวิตประจำวัน

1.ช่วยประหยัดน้ำมัน เพราะเครื่องยนต์ไม่จำเป็นต้องทำงานเต็มที่ตลอดเวลาเนื่องจากมีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาช่วยทำงานในการขับเคลื่อนแทน ในการออกตัวช่วงแรกไปจนถึงความเร็ว 60-80 กิโลเมตร/ชั่วโมง และหลังจาก 80 กิโลเมตรขึ้นไปแล้ว ระบบเครื่องยนต์ถึงจะเข้ามาทำงานแทนระบบไฟฟ้า (เฉพาะไฮบริดรุ่น 2)

2.สามารถออกตัวได้ดี ด้วยแรงบิดสูงสุดของมอเตอร์ไฟฟ้าแหล่านั้น การที่รถยนต์จะออกตัวได้เร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับแรงบิดของเครื่องยนต์ผสานสัมพันธ์กับรอบเครื่อง ยกตัวอย่างเช่น รถยนต์ A มีแรงบิดที่ 150/3000 (150 นิวตัน/3000 รอบ) นั่นหมายถึง รถยนต์ A สามารถออกตัวได้เร็วที่สุดก็ต่อเมื่อเข็มความเร็วของรอบเครื่องยนต์กวาดไปจนถึงเลข 3000 รอบขึ้นไป หรือมากกว่านั้น ดังนั้นถ้าต้องการให้รถออกตัวได้เร็วต้องกระทืบคันเร่งให้เครื่องยนต์เร่งผ่านรอบที่กำหนดให้เร็วที่สุด ซึ่งการทำเช่นนี้หากเป็นรถยนต์ธรรมดาจะทำให้สิ้นเปลืองน้ำมันมาก แต่ถ้าเป็นรถยนต์ไฮบริด ในส่วนของแรงบิดนี้เครื่องยนต์จะได้แรงบิดจากมอเตอร์ไฟฟ้าเข้ามาเสริม ยกตัวอย่างเช่น รถยนต์ B มีแรงบิด150/3000 รอบ เหมือนรถยนต์A แต่มีแรงบิดจากมอเตอร์ไฟฟ้ามาช่วยอีก 70 นิวตัน นั่นหมายความว่า รถยนต์ B ไม่จำเป็นต้องเหยียบคันเร่งให้ได้ถึง 3000 รอบเพื่อออกตัวให้เร็วที่สุด แต่อาจจะเหยียบแค่ 1000 รอบ เท่านั้นโดยอาจจะใช้แรงบิดที่มาจากรอบเครื่องแค่ 80 นิวตัน แล้วก็บวกกับแรงบิดมอเตอร์ไฟฟ้าอีก 70 (70+80 = 150) ก็จะได้แรงบิดที่ 150 พอดี โดยไม่จำเป็นต้องเหยียบคันเร่งเพื่อให้เปลืองน้ำมันมาก

3.ไม่มีมลภาวะทางเสียงกับไอเสีย และยังลดมลภาวะจากไอเสีย ในกรณีนี้จะเกิดขึ้นตอนที่รถยนต์จอดอยู่กับที่เฉยๆ ในช่วงที่การจราจรติดขัด ถ้ารถส่วนใหญ่เป็นพลังงานไฮบริดหมดจะทำให้มลภาวะทางอากาศบริเวณนั้นดีขึ้น และยังได้ความเงียบจากเสียงเครื่องยนต์ เพราะเครื่องยนต์จะหยุดทำงานโดยทันที และจะทำงานอีกทีเมื่อมีการกดคันเร่งลงไป (เฉพาะไฮบริดรุ่น 1 ส่วนรุ่น 2 เครื่องจะทำงานเมื่อความเร็วมากกว่า 60-80 กิโลเมตรขึ้นไป)

4. ลดการสูญเสียพลังงาน พลังงานในที่นี้หมายถึง พลังงานที่ได้จากการเหยียบเบรคหรือถอนคันเร่ง โดยเฉพาะการเหยียบเบรก จะทำให้เกิดพลังงานความร้อนขึ้นจำนวนมาก ซึ่งรถยนต์ไฮบริดนั้นจะสามารถนำพลังงานตรงส่วนนี้ มาชาร์ตกักเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานในการใช้ขับเคลื่อนครั้งต่อไปโดยไม่ให้สูญเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

การออกแบบและการสร้าง

3.1 หลักการทำงาน

เริ่มจากผู้ใช้งานจะต้องกำหนดความถี่ต่ำๆให้กับไดรฟ์ เพื่อสั่งการเซอร์โว มอเตอร์ให้หมุนด้วยความถี่ที่คงที่ก่อน แรงบิดหรือทอร์กที่เกิดจาก Servo motor จะถูกส่งกำลังผ่านตัว Coupling ไปยังเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ทำเพลาข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์เกิดการเคลื่อนที่ไปพร้อมๆกันด้วยความถี่ที่คงที่ เมื่อเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ เกิดการเคลื่อนชุด Hall sensor ที่ติดกับเพลาข้อเหวี่ยงอีกด้านหนึ่ง (ตำแหน่งฟลายวีลเก่า) จะจับการเคลื่อนขึ้นลงของลูกสูบในห้องเผาไหม้ ทำให้เราสามารถรู้ตำแหน่งของลูกสูบได้ จากนั้นก็กดสวิตส์ สตาร์ทเครื่องยนต์พีแอลซี จะรับค่า 1 มาจากสวิตส์เข้าไปภายในตัว ซอฟต์แวร์ ซึ่งเป็น อินพุตเซลโฮลดิ้ง จากนั้น จะสั่งค่าเอาท์พุตออกไปเพื่อจ่ายกระแสไฟให้กับ ชุด อิเลกทรอนิกส์อิกนิชเตอร์ ค้างตลอด พอลูกสูบเคลื่อนขึ้นไปอยู่ ณ จุดทีดีซี ในวัฏจักร ที่ 2 ตัว อิเลกทรอนิกส์อิกนิชเตอร์ จะจ่ายไฟออกมาในห้องเผาไหม้ ในขณะที่ ส่วนผสมระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงและอากาศถูกอัดด้วยแรงดันสูง ในช่วง 11-18 บาร์หรือปอนด์ต่อตารางนิ้วและมีความร้อน ระหว่าง 400-600 องศาเซลเซียส แต่ยังไม่ถึงจุดที่เกิดการเผาไหม้ เมื่ออิกนิชเตอร์ เกิดการจุดเป็นประการไฟขึ้นมา ภายในห้องเผาไหม้จะเกิดการระเบิดขึ้น ทำให้เกิดแรงดันที่มากขึ้นกระทันหัน ระหว่าง 40-60 ปอนด์ต่อตารางนิ้วหรือบาร์ ลูกสูบจะเกิดการเคลื่อนที่ลง แรงที่กระทำกับพื้นผิวของลูกสูบที่ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ลงนั้น จะส่งผ่านกำลังจะยังสลักลูกสูบ ก้านสูบ ไปยังเพลาข้อเหวี่ยง จากเดิมเพลาข้อเหวี่ยงเคลื่อนที่หมุนตามความถี่คงที่ไปพร้อมกับ Servo motor จะถูกแรงที่มากระทำจากก้านสูบ ทำให้เกิด แรงบิดหรือทอร์กเพิ่มมากขึ้น ทำให้การหมุนของเพลาข้อเหวี่ยงเกิดการเคลื่อนที่ล่วงหน้า แรงตัวนี้จะส่งผ่านกลับไปยัง Coupling ไปยังเพลาของ Servo motor ทำให้เกิดการนำเฟสใน Servo พอเฟสที่หมุนเกิดการเปลี่ยนไป Servo จะพยายามทำให้ความถี่ที่เพิ่มขึ้นนั้น กลับมาเป็นความถี่เดิมและพยายามลดการนำเฟสของเพลาเพื่อทำให้เป็นเฟสเดียวกัน เกิดการเบรกของ Servo motor พลังงานจากกาเบรกมอเตอร์ จะถูกส่งออกไปในรูปกระแสไฟฟ้าไปยัง เบรกกิ้งรีซิสเตอร์ เพื่อเปลี่ยนให้เป็นพลังงานความร้อน แต่ถ้าหากว่า นำไปเก็บใน แบตเตอรี่ก็จะเป็นการเก็บพลังงาน การเก็บพลังงานจะเกิดขึ้นทุกรอบการหมุนของ Servo motor หรือทุกๆ 4 วัฏจักรของเครื่องยนต์ ทำให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้พลังงาน พลังงานที่สูญเสียไปจะถูกนำไปใช้ประโยชน์และยังมีพลังงานที่เกิดจากกระบวนการนี้มาเก็บไว้จึงเป็นการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การเขียนแบบ และ ออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึง Concept ในการออกแบบ อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้สร้าง วิธีการขึ้นรูปชิ้นงาน ในการออกแบบชิ้นงานจะแบ่งเป็น 2 ส่วน 3.2.1. ส่วน Engine กับ Servo motor 3.2.2 ส่วน โครงสร้างหลักที่วางชิ้นงาน

ในการออกแบบส่วนที่ 3.2.1. จะมี Concept ในการออกแบบ คือ

- การออกแบบเพื่อสอดคล้องกับ คำว่า Synergy Drive กับ Hybrid System
- การออกแบบเพื่อลดการสูญเสียพลังงาน ในส่วนของ Mechanic ให้ได้มากที่สุด
- ออกแบบให้ดูเรียบง่ายและมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน
- ออกแบบโครงสร้างเป็นแบบ Compact structure

ส่วนประกอบในการออกแบบจะใช้โปรแกรม Solidworks 2013 ในการออกแบบส่วนประกอบต่างๆ และจำลองแบบทั้งหมด

3.2.1 การออกแบบในส่วนเครื่องยนต์

ในการออกแบบ จะใช้โปรแกรม solidworks เพื่อออกแบบฐานเหล็กกล่อง ซึ่งออกแบบ ให้ฐานมีความกว้าง 250 mm. ยาว 500 mm. หนา 4.5 mm

รูปที่ 3.1 ฐานรอง Engine กับ Servo motor

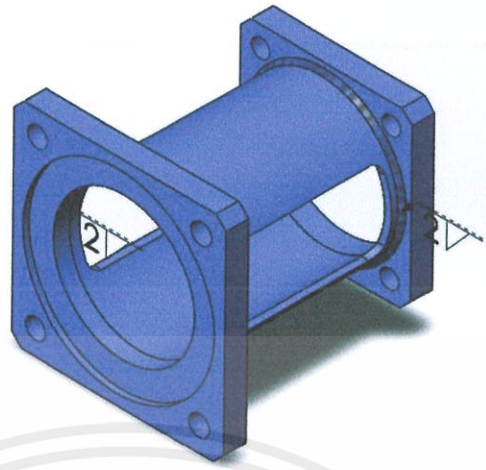
เพื่อใช้เป็นฐานรองรับส่วนของเครื่องยนต์และมอเตอร์ ให้มีความแข็งแรง ไม่เกิดการบิดเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน และทำการเจาะรูด้านใต้ ห่างจากด้านหัวและท้าย จำนวน 4 รู ขนาด M8 เพื่อใส่พลาสติกรองขาโต๊ะ เพื่อลดเสียงและการสั่นสะเทือนของกระบวนการ จากนั้นได้ออกแบบฐานรับ Servo motor ใช้เหล็กกล่องในสร้าง โดยออกแบบให้ เหล็กตัวนี้มีความสูงที่พอเหมาะเพื่อยึด Servo motor ไว้ เพื่อให้ส่วนของเพลาของเครื่องยนต์และเพลา Servo motor ได้ระดับกัน ฐานที่ออกแบบมาจะเป็นทรงตัว L และใช้น๊อตหกเหลี่ยมหัวจมจำนวน 2 ตัวมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

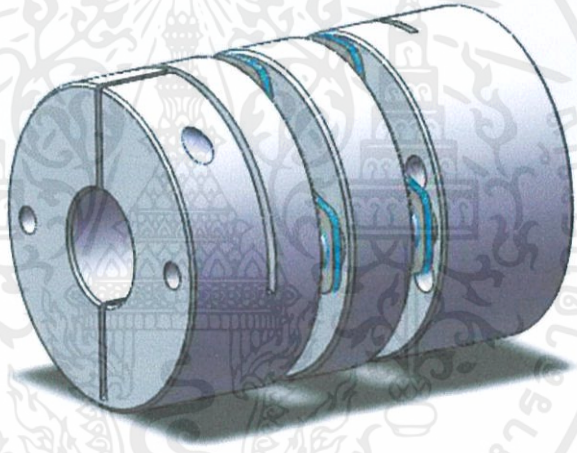
M10 และจากนั้นใช้ได้ใช้ Coupling ของ Misumi ที่เป็นแบบ Displacement Coupling ขนาด 20 mm. to 25 mm. ซึ่งมีคุณสมบัติในการลดการสูญเสียของกำลังงานที่ได้ โดยการต่อตรงให้เข้ากันระหว่างเพลาเครื่องยนต์กับเพลา Servo motor และได้ทำการออกแบบ Cover เพื่อนำมาเชื่อมต่อเพิ่มความแข็งแรง มั่นคง ให้กับ Coupling เพื่อไม่ให้เกิดการเสียหาย และได้ออกแบบ Cover เหล็กเพื่อครอบ Coupling ช่วยในการเชื่อมระหว่าง Servo motor กับเครื่องยนต์ และมีหน้าที่เพิ่มพื้นที่ผิวในการรับน้ำหนักของ Servo motor ไม่ให้ Coupling รับน้ำหนักในแนวดิ่งมากเกินไป เป็นผลทำให้ Coupling ขาด ในการเชื่อมต่อระหว่างหน้าแปลนของ Servo motor กับหน้าแปลนเครื่องยนต์ จะใช้น็อตฝั่งละ 4 ตัว เป็นน็อตหกเหลี่ยมหัวจม ฝั่งหน้าแปลนของเครื่องยนต์จะใช้ size M8 ส่วนฝั่งหน้าแปลน Servo motor จะใช้ size M10 ที่ตำแหน่งฐานของเครื่องยนต์ จะใช้น็อตหกเหลี่ยมหัวจม size M8 ในการยึดระหว่างเครื่องยนต์กับฐานเหล็กกล่อง 4.5 mm. เนื่องจากน้ำหนักของเครื่องยนต์ และ Servo motor มีน้ำหนักมากจึงได้มีการเจาะรู 2 ฝั่งของเหล็กกล่อง 4.5 mm. เอาไว้ติดตั้งด้ามจับเหล็กชุบ เพื่อให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้าย และได้ออกแบบ Safety Cover เพื่อทำ Interlocking Safety ให้กับระบบ โดยใช้ แผ่นอะครีลิค ดัดให้เป็นทรงสี่เหลี่ยม และเจาะรูขนาด M6 เอาไว้ใส่ บานาน่าแจ็คตัวผู้ จำนวน 4 รู และทำการเจาะรูขนาด M6 ให้กับเหล็กกล่องฐาน 4.5 mm. เช่นกัน เพื่อใส่ บานาน่าแจ็คตัวเมีย

รูปที่ 3.2 ฐานรอง Engine กับ Servo motor เจาะรูอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Cover เหล็กครอบ Coupling



รูปที่ 3 4 Misumi Displacement Coupling ขนาด 20 mm. to 25 mm.

3.2.2 โครงสร้างหลัก

ในการออกแบบโครงสร้างหลักเป็นโครงสร้างที่เกี่ยวกับโครงสร้างรองรับส่วนของเครื่องยนต์ โครงสร้างรองรับส่วนไฟฟ้า และในส่วน Indicator โครงสร้างเหล่านี้จะมี concept ในการออกแบบ คือ

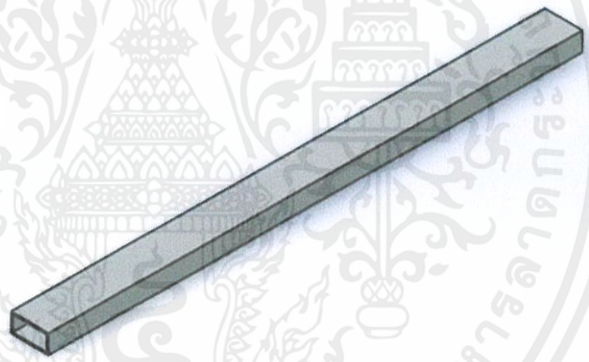
1. เป็นโครงสร้างที่แข็งแรงและสามารถเคลื่อนที่ได้
2. เป็นโครงสร้างที่นำส่วนต่างๆมารวมอยู่บนโครงเดียวกัน
3. เพื่อให้ wiring สายไฟให้เป็นระเบียบ เห็นสายไฟให้น้อยที่สุด
4. เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการ สำหรับผู้ทดสอบ
5. โซว์อุปกรณ์ไฟฟ้า
6. ภายนอกดูเรียบง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ส่วน Control และ Indicator ง่ายต่อการใช้งาน

ในส่วนโครงสร้างหลัก จะใช้โปรแกรม Solidworks ออกแบบเกี่ยวกับโครงสร้างรับน้ำหนัก โดยใช้เหล็กกล่อง ขนาด ½ นิ้ว ยาว 6 m หนา 2.3 mm. จำนวน 3 ท่อน . ตัดให้เป็นท่อนๆ จำนวน 19 ท่อน ประกอบด้วย

1.	เหล็กฐาน	700 mm.	จำนวน 2 เส้น
2.	เหล็กฐานแนวยาว	1200 mm.	จำนวน 2 เส้น
3.	เหล็กค้ำด้านหลัง	1300 mm.	จำนวน 2 เส้น
4.	เหล็กฐานโต๊ะแนวยาว	1300 mm.	จำนวน 2 เส้น
5.	เหล็กฐานโต๊ะ	500 mm.	จำนวน 5 เส้น
6.	เหล็กโครงด้านบนแนวยาว	1250 mm.	จำนวน 2 เส้น
7.	เหล็กโครงด้านบน	330 mm.	จำนวน 2 เส้น
8.	เหล็กค้ำโครงด้านหลัง	530 mm.	จำนวน 2 เส้น

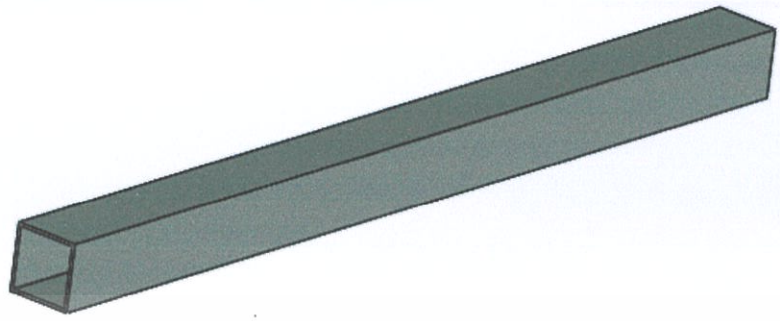


รูปที่ 3.5 เหล็กกล่องขนาด ½ นิ้ว หนา 2.3mm.

สร้างเป็นโครงสร้างขึ้นมา ในส่วนของฐานรองรับ จะใช้เหล็กกล่องจำนวน 4 เส้น ส่วนโครงสร้างรองรับฐานเหล็กกล่อง 4.5 mm. กับส่วน Monitoring จำนวน 7 เส้น และโครงสร้าง wiring สายไฟด้านหลัง จำนวน 4 ท่อน จากนั้นทำการเชื่อม Arc ทั้งหมด ตามจุดต่างๆ และใช้เหล็กกล่องขนาด 2/2 นิ้ว หนา 3mm. ประกอบด้วย

1 เหล็กขาโต๊ะ 740 mm. จำนวน 4 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



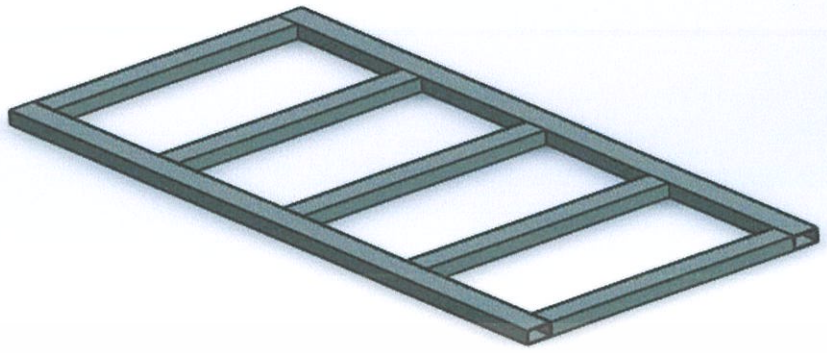
รูปที่ 3.6 เหล็กกล่องขนาด 2/2 นิ้ว หนา 3mm.

วิธีการขึ้นโครงหลัก เริ่มแรกจะนำเหล็กกล่อง ขนาด ½ นิ้ว ยาว 700 mm. จำนวน 2 เส้น มาเชื่อมจุดและเชื่อมยาวกับเหล็กกล่องขนาด 1200 mm. จำนวน 2 เส้น เพื่อทำเป็นฐานโครงสร้างหลัก

รูปที่ 3.7 การเชื่อมฐานโครงสร้างหลัก

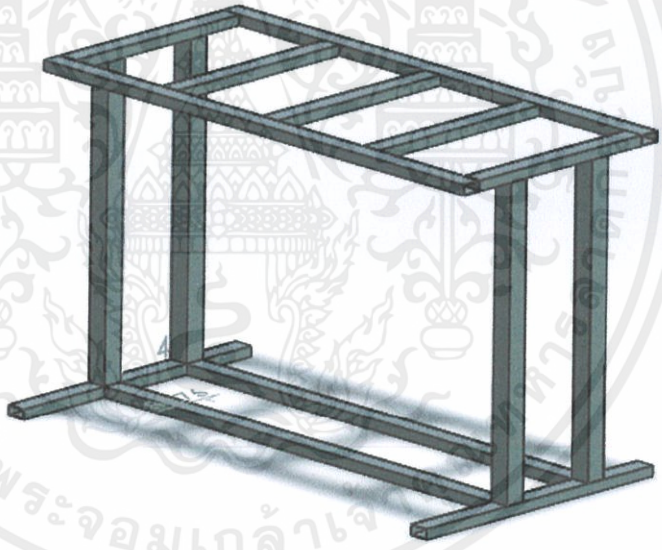
จากนั้นทำการเชื่อมส่วนที่เป็นโครงฐานโต๊ะ โดยใช้เหล็กกล่อง ยาว 500 mm. จำนวน 5 เส้น และเหล็กยาว 1300 mm. จำนวน 2 เส้น นำมาเชื่อมเข้าด้วยกันดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การเชื่อมโครงฐานโต๊ะ

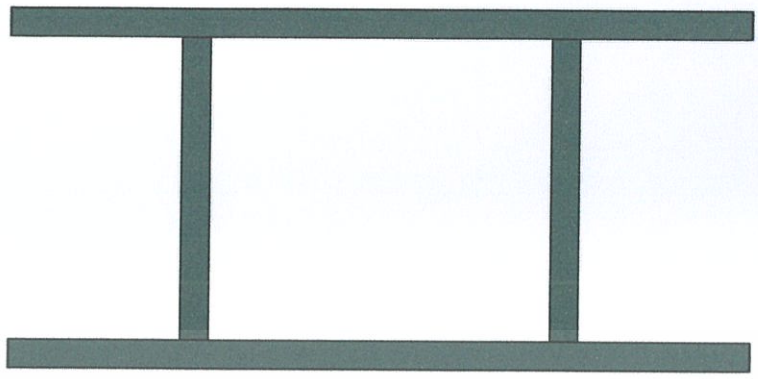
หลังจากนั้นนำเหล็กกล่องขนาด 2/2 นิ้ว หนา 3 mm. ยาว 740 mm. มาเชื่อมกับฐาน โดยการเชื่อมจุด ฝั่งละ 2 ท่อน จากนั้นนำส่วนของโครงสร้างของฐานโต๊ะมาเชื่อมจุด กับส่วนขาตั้ง โดยการวัดระดับน้ำ และการวัดความยาวเส้นทแยงมุม



รูป 3.9 การเชื่อมเหล็กขนาด 2/2 นิ้ว เชื่อมระหว่างฐานโครงสร้างหลักกับโครงฐานโต๊ะ

จากนั้นนำเหล็กกล่องยาว 1300 mm. และเหล็กยาว 530 mm. มาเชื่อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



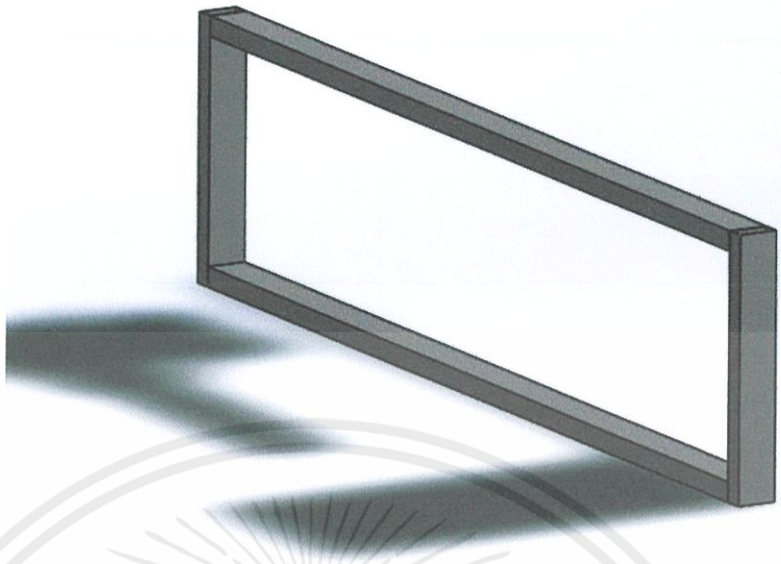
รูปที่ 3.10 การเชื่อมเหล็กกล่องโครงค้ำด้านหลัง

จากนั้นนำมาเชื่อมรวมกับโครงหลัก

รูปที่3.11 การเชื่อมโครงสร้างค้ำด้านหลังรวมกับส่วนอื่น

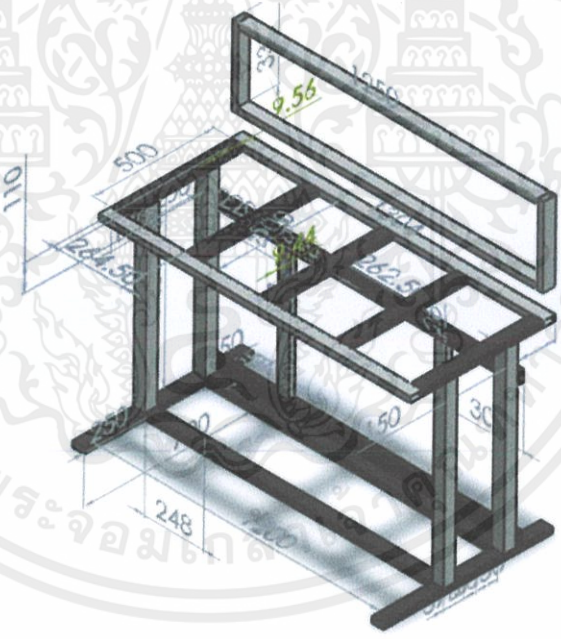
นำเหล็กกล่องที่เหลือ ยาว 1250 mm. และ 330 mm. มาเชื่อมกัน เป็นโครงสร้างหลักด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 การเชื่อมโครงสร้างหลักด้านบน

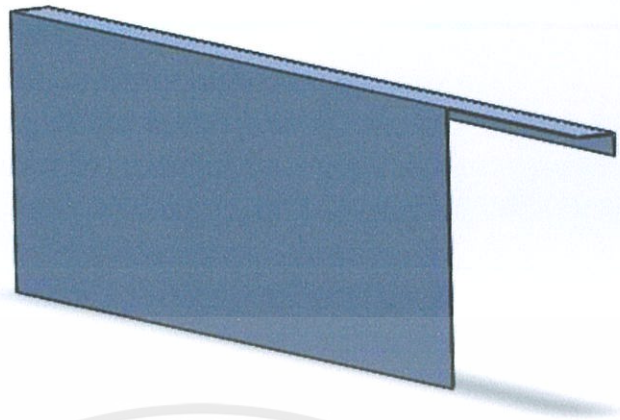
เสร็จการวิธีการสร้างโครงสร้างหลัก



รูปที่ 3.13 โครงสร้างหลักทั้งหมด

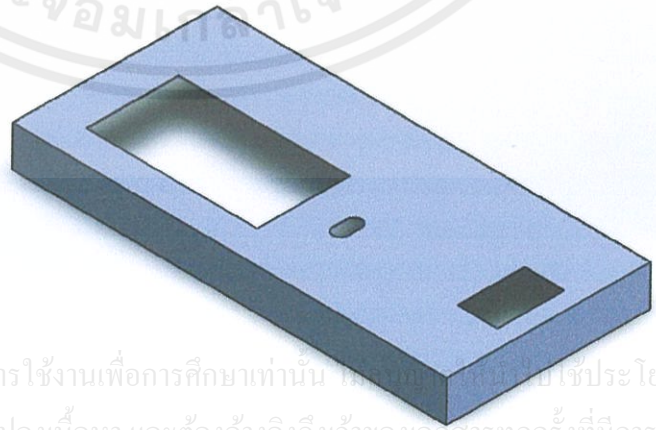
จากนั้นได้ออกแบบเหล็กพับและตัดเลเซอร์ ลดการเกิดการโกงตัวของเหล็กจากความร้อน จำนวนทั้งหมด 14 ชิ้น พับ 5 ชิ้น ตัดเลเซอร์ 6 ชิ้น ตัดพับ 3 ชิ้น ชิ้นงานทั้งหมด หนา 2 mm. มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



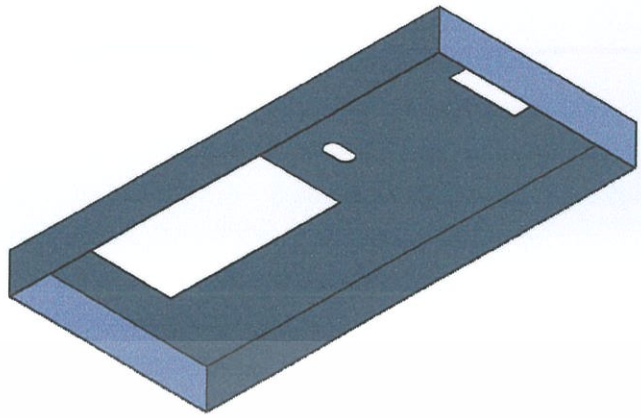
รูปที่ 3.14 แผ่นเหล็กพับส่วน wiring สายไฟด้านหลัง

รูปที่ 3.15 แผ่นเหล็กปิดคั้นด้านหลัง

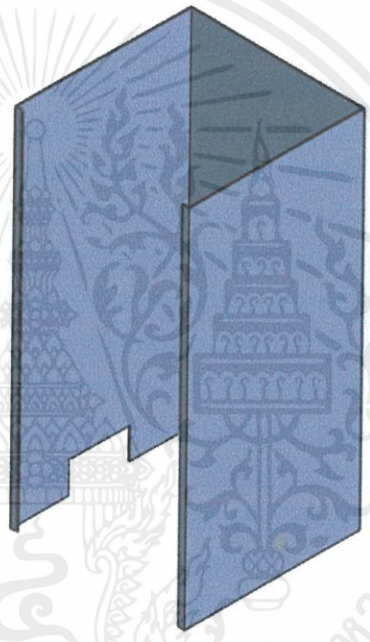


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 แผ่นเหล็กตัดพับ เจาะช่องวางเครื่องยนต์

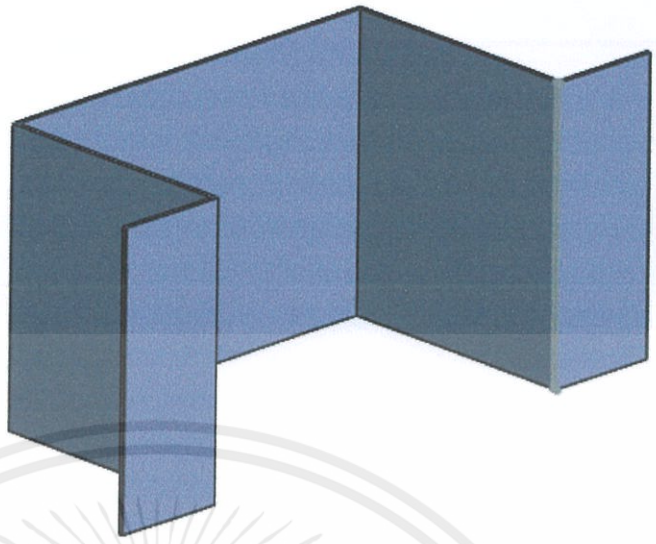


รูปที่ 3.17 แผ่นเหล็กตัดพับ เจาะช่องวางเครื่องยนต์

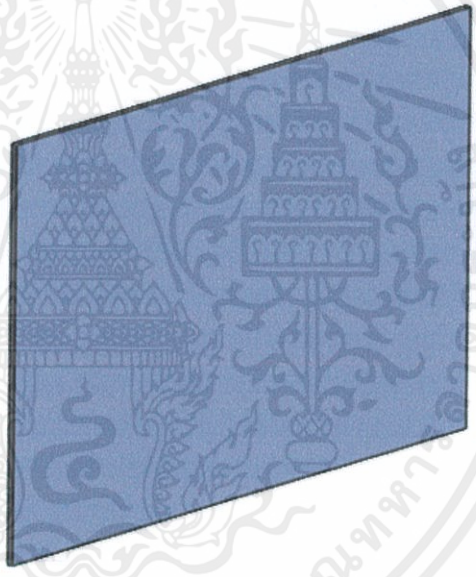


รูปที่ 3.18 เหล็กพับตัดผนังตู้เก็บสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

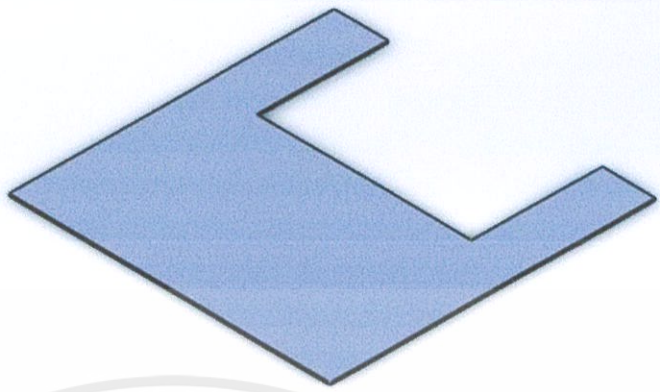


รูปที่ 3.19 เหล็กพับปิดสายไฟระหว่างส่วนล่างกับส่วนบน



รูปที่ 3.20 แผ่นเหล็กประกบกับเหล็กปิดสายไฟ

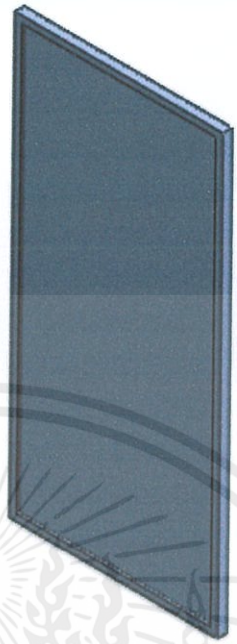
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 เหล็กแผ่นผนังด้านบนของตู้เก็บสายไฟ

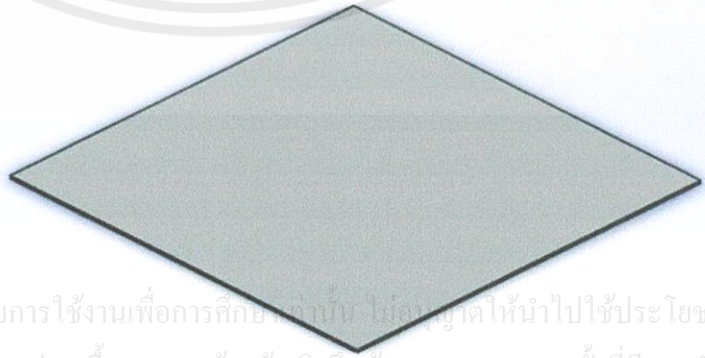
รูปที่ 3.22 แผ่นเหล็กรองรับฐานรองเครื่องยนต์ กับ Servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 บานประตูตู้เก็บสายไฟ

รูปที่ 3.24 แผ่นเหล็กรอง wire way ด้านล่าง



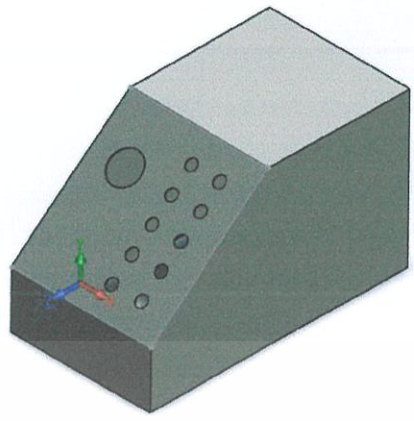
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.25 แผ่นเหล็กฐานตู้เก็บสายไฟ

รูปที่ 3.26 แผ่นเหล็กปิดสายไฟด้านบน (ข้างหลัง)

รูปที่ 3.27 เหล็กพับฐานรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 เหล็กตัดพับ ส่วน Control และ Indicator

ทำการเชื่อมเป็นจุดๆ ตัดเหล็กกล่อง ขนาด 1/1 นิ้ว มาจำนวน 6 ท่อน ยาว 120mm. นำมาทำเป็นตัวค้ำเหล็กพับ ในการประกอบโครงสร้างทั้งหมด จะนำเหล็กแผ่นที่สั่งตัดพับ มาประกอบกับโครงสร้างหลัก สามารถแบ่งได้เป็น 6 ส่วนดังนี้

1. ส่วนตู้เก็บสายไฟ
2. ส่วน control monitoring และ wiring สายไฟด้านหลัง
3. ส่วนแผ่นวางอุปกรณ์ไฟฟ้า
4. ส่วนแผ่นรองด้านล่าง
5. ส่วนแผ่นรองรับฐานเครื่องยนต์
6. ส่วนแผ่นเจาะรูวางเครื่องยนต์

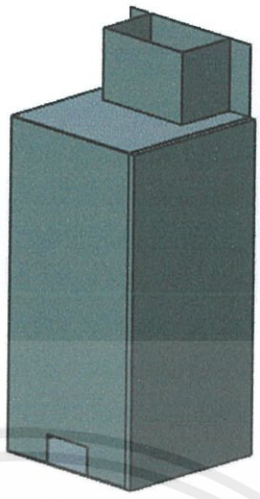
ซึ่งแต่ละส่วนจะมีรายละเอียดดังนี้

-3.2.2.1 **ส่วนตู้เก็บสายไฟ** ออกแบบมาเพื่อนำสายไฟทั้งหมดจาก wire way ขึ้นไปยัง terminal ด้านบน ลดความยุ่งยากในการเก็บสายไฟ เพิ่มความเป็นระเบียบมีส่วนประกอบดังนี้

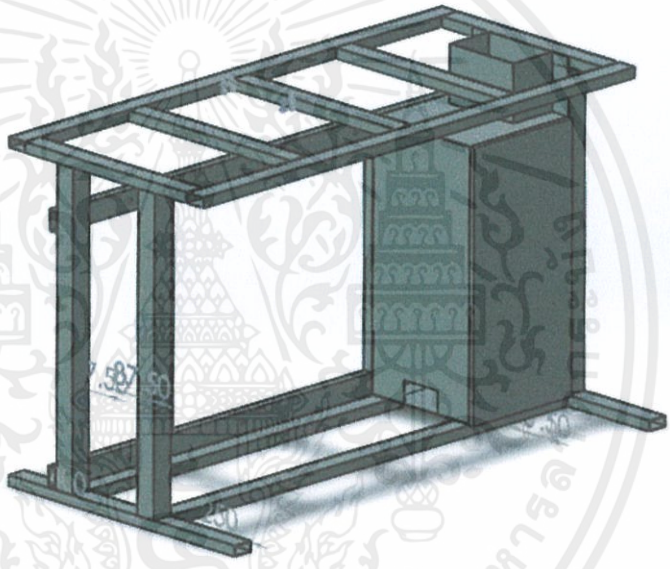
1 เหล็กที่สั่งตัดพับ 5 ชิ้น
2 ตัวล็อคตู้ 1 ตัว
3 ด้ามจับเหล็กชุบ 1 อัน
4 น๊อตเกลียวปล่อย ขนาด M2 จำนวน 6 ตัว
5 บานพับขนาด 12*51 mm จำนวน 3 ตัว

วิธีการทำ เริ่มจากนำเหล็กพับ มาประกอบกันให้ได้ดังรูป โดยการเชื่อมจุด หลังจากนั้นเจาะรูใส่ตัวล็อคตู้ และด้ามจับ จากนั้นเจาะรูที่เหล็กพับ และเหล็กพับบานประตู 6 จุด จากนั้นเจาะรูขนาด M13 ด้วยโฮลซอร์บริเวณผนังตู้ด้านขวาล่างเพื่อเพื่อรองรับการ wiring สายไฟ 3 เฟส หลักจากนั้นยึดบานพับเข้ากับตู้และประตูโดยการขันน๊อต M2 ลงไป จากนั้นเชื่อมตู้เข้ากับโครงสร้างหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 การประกอบตู้เก็บสายไฟ



รูปที่ 3.30 การประกอบตู้เก็บสายไฟเข้ากับโครงสร้างหลัก

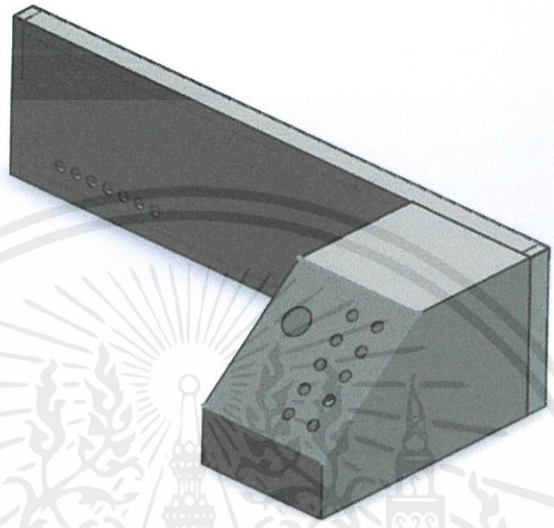
3.2.2.2 ส่วน control Indicator และ โครงสร้าง wiring สายไฟด้านหลัง ออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการควบคุม ตัวแผ่น plane เอียง 50 และ 3ภ องศา ให้อยู่ในระดับสายตาที่ยอมรับได้ ง่ายต่อการมองเห็น และด้านในเป็นส่วนที่ติดตั้ง terminal ต่างๆ เพื่อเป็นจุดเชื่อมต่อสายไฟจากสายไฟที่มาจากตู้เก็บสายไปยัง sensor actuator pilot lamp push button switch และ oil temperature indicator ด้านหลัง ติดบานพับ 4 ตัว ด้ามจับ 1จุด และแม่กุญแจล็อค 2 ตัว เพื่อเปิดปิดด้านหลัง เพื่อให้ wiring ได้ง่าย ส่วนด้านซ้ายสุดจะเจาะรู เพื่อติดตั้ง cable gland 7 ตัวเพื่อนำสายไฟ sensor และ actuator ที่ wire จากด้านหลังมา เชื่อมต่อออกด้านนอก ให้มีความเป็นระเบียบและสวยงาม มีส่วนประกอบดังนี้

1 เหล็กตัดพับ จำนวน 4 ชิ้น
2 แม่กุญแจล๊อคได้ 2 ตัว
3 บานพับขนาด 18*76 mm. จำนวน 4 ตัว
4 ด้ามจับเหล็กชุบขนาด 136 mm. จำนวน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 น๊อตเกลียวปล่อย ขนาด M3 จำนวน 24 ตัว

วิธีการทำ เริ่มจากนำเหล็กพับส่วนที่เป็นเหล็กครอบโครงสร้างด้านหลังมาเจาะรู 7 รู โดยใช้ โฮลซอร์เจาะให้มีขนาด M13 พอเสร็จนำมาประกบกับโครงสร้างเหล็กกล่อง ½ นิ้ว ใช้ค้อนตีให้เข้าจนสุด หลังจากนั้นนำเหล็กพับส่วนที่เป็น Plane Indicator และ Control มาประกอบกับเหล็กพับอีกชิ้น แล้วทำการเชื่อมจุดให้ติดกัน



รูปที่ 3.31 การประกอบส่วน Control Indicator และ โครงสร้าง wiring สายไฟด้านหลัง

3.2.2.3 ส่วนแผ่นเหล็กวางอุปกรณ์ไฟฟ้า ออกแบบมาเพื่อติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าหลักทั้งหมด และออกแบบให้ไม่มี Cover ปิด เพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆได้ระบายความร้อนสะดวก ลดค่าใช้จ่าย และเป็นการใช้มิติของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ดูสวยงาม และส่วนประกอบแผ่นเหล็กปิดด้านหลังเพื่อไม่ให้เห็นน๊อตของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีส่วนประกอบดังนี้

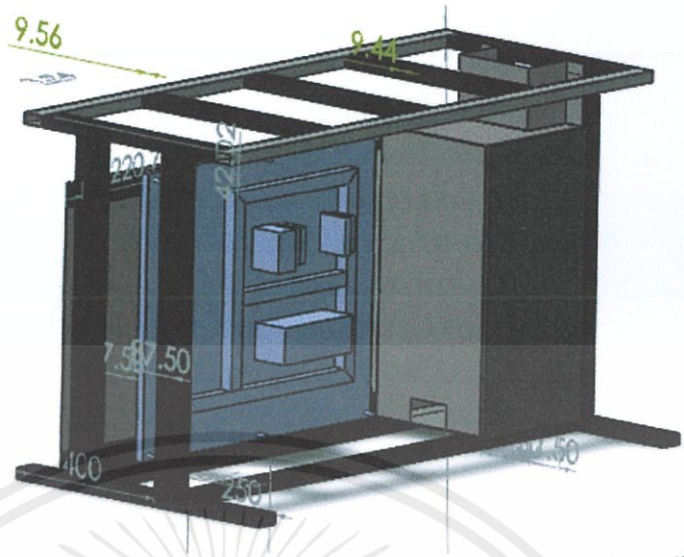
1 น๊อตตัวผู้และน๊อตตัวเมียขนาด M9 จำนวน 6 ตัว

2 แผ่นเหล็กพับ 1 แผ่น

3 เหล็กแผ่นตัด 1 แผ่น

วิธีการทำ เจาะรู 6 รู ขนาด M9 บนแผ่นเหล็กพับ เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักได้ดี ทำการเชื่อม arc น๊อตตัวผู้ที่โครงสร้างหลักให้ระยะพอดีกับที่ออกแบบไว้ ใส่เหล็กแผ่นที่เจาะรูไว้ ให้รูพอดีกับน๊อตตัวผู้ หลังจากนั้นใส่น๊อตัวเมียตามขันให้แน่น และเชื่อมเหล็กแผ่นด้านหลังของโครงสร้างหลักให้ติดกัน เพื่อไม่ให้เห็นน๊อตของอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

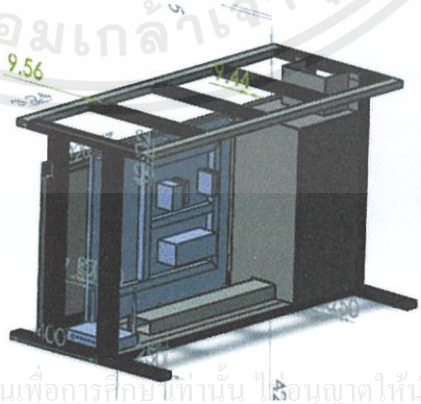


รูปที่ 3.32 การประกอบแผ่นเหล็กรองรับอุปกรณ์ไฟฟ้า และ แผ่นเหล็กปิดค้ำด้านหลัง เข้ากับโครงสร้างหลัก

2.2.2.4 ส่วนแผ่นรองด้านล่าง ออกแบบมาเพื่อเป็นที่ติดตั้ง wire way ที่ต่อไปยังส่วนตู้เก็บสายไฟ wire way นี้สำหรับรองรับสายไฟ power สาย communication และสายไฟต่างๆที่ต่อมาจาก terminal ที่อยู่บนส่วนแผ่นวางอุปกรณ์ไฟฟ้า และเป็นตำแหน่งที่ติดตั้ง router มีส่วนประกอบดังนี้

1. เหล็กแผ่น 1 แผ่น
2. wire way ขนาด 52*100 mm. ยาว 700 m.
3. น็อตเกลียวปล่อยขนาด M3 จำนวน 2 ตัว

วิธีการทำ นำแผ่นเหล็กมาเชื่อมบริเวณด้านล่าง เชื่อมเข้ากับโครงสร้างหลัก จากนั้นเจาะรูขนาด M3 บนแผ่น wire way และแผ่นเหล็กให้ตรงกัน และเจาะรูด้วยโฮลซอร์ ขนาด M22 ที่ผนัง wire way ด้านที่หันเข้าหา ส่วนแผ่นเหล็กวางอุปกรณ์ไฟฟ้า พอเสร็จทำการยึด wire way กับแผ่นเหล็ก โดยให้ราง wire way ยื่นเข้าไปในส่วนตู้เก็บสายไฟ และขันน็อตให้แน่น



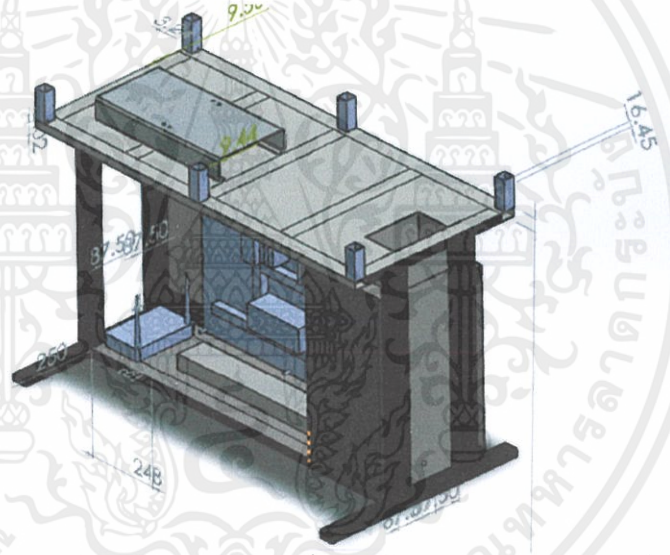
รูปที่ 3.33 การประกอบแผ่นเหล็กรองรับ wire way และ router เข้ากับโครงสร้างหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.5 ส่วนแผ่นรองรับฐานเครื่องยนต์ ออกแบบมาเพื่อให้รับน้ำหนักเครื่องยนต์ และเป็นช่องว่างในการ wiring สายไฟฟ้า ขึ้นไปยัง ส่วน Control Indicator โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1 เหล็กแผ่น 3 mm. จำนวน 1 แผ่น
2 น๊อตเกลียวสว่าน ขนาด M5 จำนวน 6 ตัว
3 เหล็กกล่อง ขนาด 2/2 นิ้ว หนา 3 mm. ยาว 120 mm. จำนวน 6 ชิ้น
4 เหล็กฉากขนาด 40*40 mm. หนา 5 mm ยาว 10 mm. จำนวน 4 ชิ้น

วิธีการทำ นำเหล็กตัด laser หนา 3 mm. มาวางบนโครงสร้างฐานโต๊ะเจาะรูโดยใช้น๊อตเกลียวสว่าน จำนวน 6 รู เจาะลงไปบนแผ่นเหล็กให้ทะลุเหล็กกล่องที่โครงสร้างหลักลงไปด้านล่าง จากนั้นเชื่อมเหล็กกล่อง ขนาด 2/2 นิ้ว เชื่อมตรงกลางตามขอบ 2 ที่ เชื่อมตรงมุม 4 มุม จากนั้นวางส่วนที่เป็นแผ่นเจาะรูวางเครื่องยนต์ครอบเหล็กกล่องลงไป และวางฐานรองเครื่องยนต์ลงไปในช่องวางเครื่อง นำส่วนแผ่นเจาะรูวางเครื่องยนต์ออก แล้วนำเหล็กฉากมาวางรอบขาฐานรองเครื่องยนต์ ทำการเชื่อมให้ติดกับแผ่นเหล็ก 3 mm.



รูปที่ 3.34 การประกอบแผ่นเหล็กรองรับฐานเครื่องยนต์ กับ Servo motor เหล็กกล่องขนาด 1.5/1.5 นิ้ว และ เหล็กฉากเข้ากับโครงสร้างหลัก

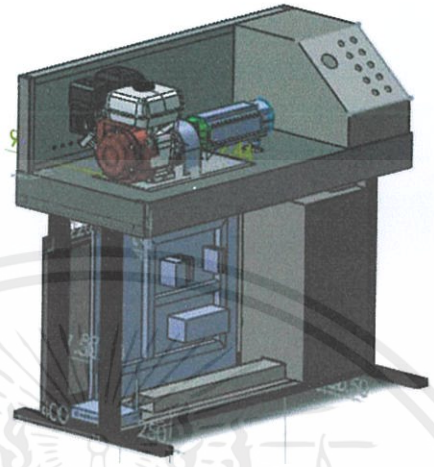
3.2.2.6 ส่วนแผ่นเจาะรูว่างเครื่องยนต์ เป็นเหล็กพับตัดที่ออกแบบมาเพื่อให้ครอบเหล็กกล่องจำนวน 6 ชิ้น ที่เชื่อมตามขอบให้พอดี เพื่อให้เหลือพื้นที่ว่างตรงกลางในการ wiring สาย Power 3 เฟส และสายEncoder และมีการเจาะรูเพื่อให้วางฐานรองเครื่องยนต์ นำสาย Power กับสาย Encoder ขึ้นมา และนำสายไฟจากส่วนตู้เก็บสายไฟขึ้นมา เพื่อไม่ให้เห็นสายไฟมากเกินไป มีส่วนประกอบดังนี้

1. เหล็กตัด laser และพับ จำนวน 1 ชิ้น

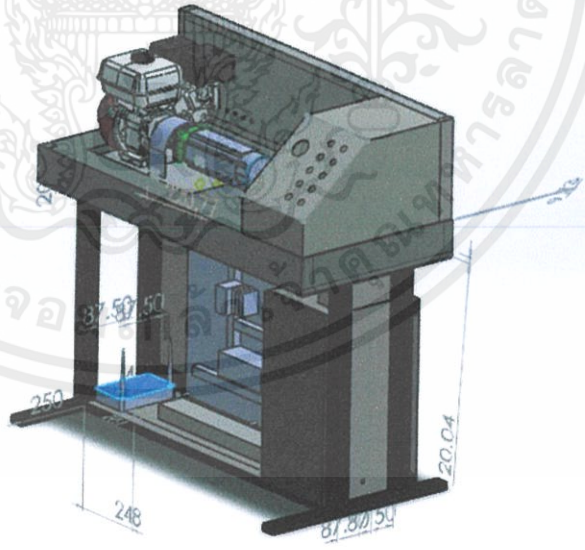
วิธีการทำ นำเหล็กพับและตัดมาครอบเหล็กกล่อง 6 ชิ้นที่ได้เชื่อมลงบนส่วนแผ่นรองรับฐานเครื่อง จากนั้นทำการนำส่วน Control Indicator มาเชื่อมจุดลงบนแผ่นเหล็กตัดพับ และเชื่อมจุดระหว่างโครงสร้างด้านหลังกับ Plane Indicator เข้าด้วยกัน น้ำหนักรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า

ทั้งหมดของโครงสร้าง ประมาณ 230 kg ดังนั้น จึงเลือกใช้ล้อ ขนาด 4 นิ้ว แกนล้อเป็นพลาสติก ผิวล้อใช้วัสดุยูริเทน เป็นแบบสูกร brake ขนาด M10 รับน้ำหนักได้ล้อละ 80 kg



รูปที่ 3.35 แบบสำเร็จของส่วน hardware พร้อมลงสีสำเร็จ รหัสสี N-503 ,T-117,3316 และ E-35



รูปที่ 3.36 แบบสำเร็จของส่วน hardware พร้อมลงสีสำเร็จ รหัสสี N-503 ,T-117,3316 และ E-35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักรวมทั้งหมดของโครงสร้าง ประมาณ 230 kg โดยใช้การคาดคะเนในโปรแกรม Solidworks ใช้ Toolbar Evaluate คำสั่ง Mass Properties ดังนั้น จึงเลือกใช้ล้อ ขนาด 4 นิ้ว

แกนล้อเป็นพลาสติก ผิวล้อใช้วัสดุยูริเทน เป็นแบบสูกรเบรกขนาด M10 รับน้ำหนักได้ล้อละ 80 kg น้ำหนักสุทธิที่รับได้ 250 kg

รูปที่ 3.37 ล้อ 4 นิ้ว แกนพลาสติก ผิวยูริเทน แบบสูกรเบรก 80 kg

3.3 เครื่องยนต์

3.3.1 อุปกรณ์

3.3.1.1 เครื่องยนต์อเนกประสงค์ (typhoon TGX200)

รูปที่ 3.38 เครื่องยนต์อเนกประสงค์

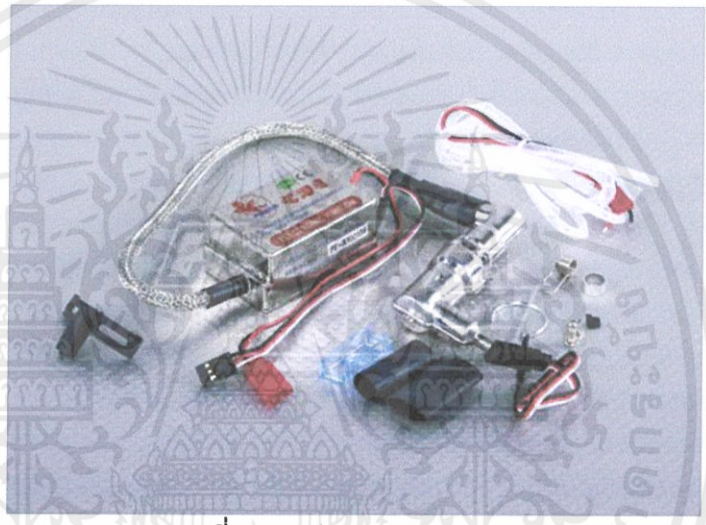
Engine Type	Air-cooled 4-stroke OHV
Bore x Stroke	68 x 54
Displacement	196
Compression Ratio	7.5 : 1
Net Power Output*	6.5 HP / 3,600 rpm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Net Torque	10.8 Nm
Ignition System	Transistorized magneto
Starting System	Recoil Starter
Fuel Tank Capacity	3.6 L
Oil Capacity	0.6 L
ขนาดเพลา (นิ้ว)	¾

ตารางที่3.1 สเปกเครื่องยนต์

3.3.1.2 ตัวจุดระเบิด (Pegasus Electronic Ignition)



รูปที่ 3.39 ตัวจุดระเบิด

Input Voltage	4.8V - 6V
Output Voltage	3KV
Out Size	61x40x27mm
Net Weight	102g
Static Electric Current	6V 50MA
Work Temperature	-30degree - 60degree
Work Electric Current	6V 6000r/min 500MA(+-5%)

ตารางที่ 3.2 สเปกตัวจุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 Force fan

รูปที่ 3.40 Force fan

Family	DC Fans
Series	Patriot
Voltage – Rated	24VDC
Size / Dimension	Round - 172mm Dia x 50.8mm W
Bearing Type	Ball
Noise	51.2 dB(A)
Power (Watts)	24.0W
RPM	3425 RPM
Weight	1.9 lbs (861.8g)
Operating Temperature	-10 ~ 70°C
Current Rating	1A
Voltage Range	12 ~ 28VDC
Material – Frame	Aluminum
Material – Blade	Plastic

ตารางที่ 3.3 สเปก Force fan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 oil temp

รูปที่ 3.41 oil temp

Input	12v
Output	6-2
Range	50-150 °C

ตารางที่ 3.4 สเปกoil temp

3.3.2 วิธีการติดตั้ง

3.3.2.1 เครื่องยนต์

เครื่องยนต์เบนซินแบบ 4 จังหวะ สูบเดียวแบบเอียง OHV ระบายความร้อนในตัวด้วยลม ความจุกระบอกสูบขนาด 196 ซีซี ให้กำลังสูงสุด 6.5 แรงม้า ทางกลุ่มได้เลือกเครื่องยนต์ตัวนี้มาใช้ในการทำโปรเจคเนื่องจากมีแรงหมุนที่ใกล้เคียงกับมอเตอร์ และสามารถดัดแปลงเครื่องยนต์ได้ง่ายเนื่องจากมีส่วนประกอบของเครื่องยนต์ไม่มากชิ้นส่วนอุปกรณ์ส่วนใหญ่เป็นระบบแมคคานิกไม่มีระบบไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง มีความทนทานในการใช้งานสูงเนื่องจากการใช้งานปกติจะใช้ในงานสูบน้ำ ตัดหญ้า ซึ่งใช้งานเป็นระยะเวลานาน และยังมีราคาที่ไม่สูงมาก ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาต่ำ

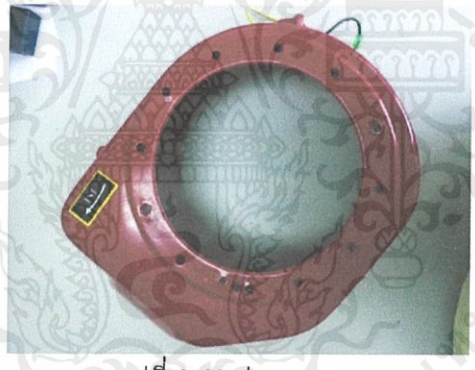
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1.1 ขั้นตอนถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องยนต์

1 ถอดตัวจุดสตาร์ทแบบสายของเครื่องยนต์

รูปที่ 3.42 จุดสตาร์ทแบบสาย

2 ถอดฝาครอบบริเวณหน้าเครื่องยนต์



รูปที่ 3.43 ฝาครอบ

3 ถอดใบพัดระบายความร้อน

รูปที่ 3.44 ใบพัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ถอดน็อตที่ขันล็อคฟลายวีล

รูปที่ 3.45 น็อตที่ขันล็อคฟลายวีล

5 ถอดฟลายวิล

รูปที่ 3.46 ฟลายวิล

6 ถอดตัวจุดระเบิดของเครื่องยนต์

รูปที่ 3.47 ตัวจุดระเบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.1.2 ตัวจุดระเบิด

เนื่องจากระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์นั้นจะทำงานได้ในช่วงรอบสูง ซึ่งในการทำงานของเครื่องยนต์ในโปรเจคนี้นั้นจะทำงานในช่วงรอบต่ำ ทำให้ระบบจุดระบบของเครื่องยนต์เดิมนั้นไม่สามารถทำงานได้จึงต้องมีการเปลี่ยนระบบจุดระเบิดใหม่ ซึ่งระบบจุดระเบิดอันใหม่อาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กเหนี่ยวนำ คือจะมีHall sensor ติดอยู่กับที่กับตัวเครื่องยนต์ ส่วนแม่เหล็กจะติดตั้งอยู่กับปลอกที่จะหมุนไปตามเพลาขระที่หมุนโดยที่ตำแหน่งของแม่เหล็กจะติดอยู่ในตำแหน่งสูงตายบน เพื่อให้เกิดการจุดระเบิดเหมือนตัวจุดระเบิดเดิมของเครื่องยนต์

ส่วนประกอบของตัวจุดระเบิด

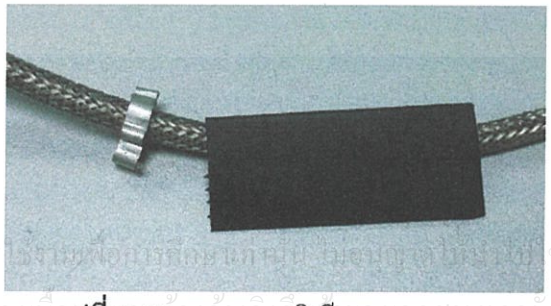
ประกอบด้วยชิ้นส่วนดังนี้ ชนวน , แหวนอะลูมิเนียม , สปริง , กรอบซิลิโคน , ฝาครอบอะลูมิเนียม , ตัวจุดระเบิด , Hall sensor

ขั้นตอนการติดตั้ง

1 นำชนวนใส่เข้าไปยังสายของตัวจุดระเบิด

รูปที่ 3.48 ชนวน

2 นำแหวนอะลูมิเนียมใส่เข้าไปยังตัวจุดระเบิด



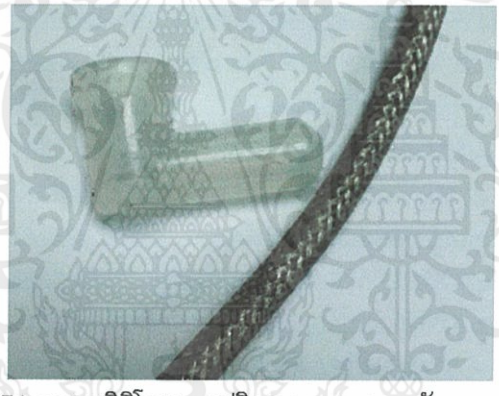
รูปที่ 3.49 แหวนอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 ใส่สปริงลงในกรอบซิลิโคน

รูปที่ 3.50 สปริงและซิลิโคน

4 ใส่กรอบซิลิโคนที่ประกอบสปริงเสร็จแล้วเข้าไปยังสายของตัวจุดระเบิด



รูปที่ 3.51 กรอบซิลิโคน , สปริง และ สายของตัวจุดระเบิด

5 ใส่ฝาครอบอะลูมิเนียม

รูปที่ 3.52 ฝาครอบอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

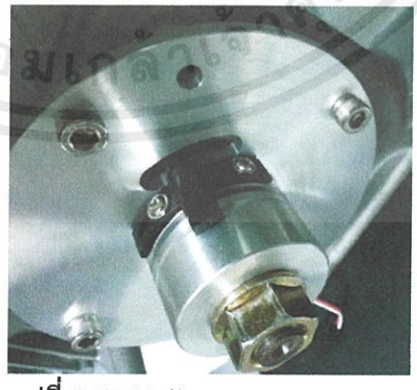
6 บีบแหวนอะลูมิเนียมให้ล็อคฝาครอบอะลูมิเนียมกับสายไฟของตัวจุดระเบิด

รูปที่ 3.53 แหวนอะลูมิเนียม , ฝาครอบอะลูมิเนียม และ สายไฟของตัวจุดระเบิด

7 เผาชนวนให้หดลงแนบกับฝาครอบตัวจุดระเบิดกับสายไฟของตัวจุดระเบิด

รูป 3.54 สายไฟของตัวจุดระเบิด

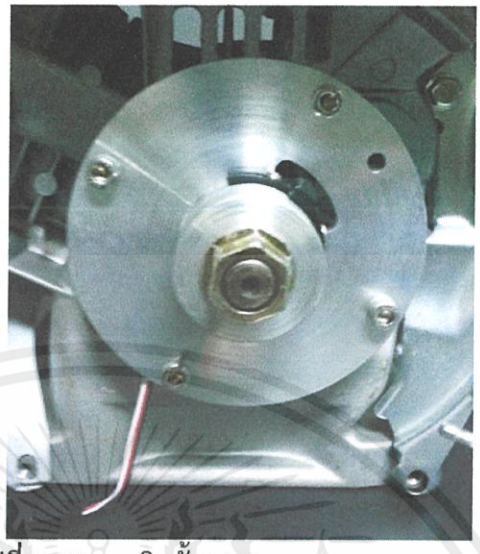
8 ทำขายึดเพื่อติดตั้งHall sensor



รูปที่ 3.55 Hall sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 ติดตั้งตัวยึดHall sensor แทนที่ตำแหน่งของฟลายวีล



รูปที่ 3.56 การติดตั้ง Hall sensor

10 ติดตั้งแม่เหล็กเข้ากับปลอก

11 ติดตั้งปลอกที่ติดตั้งแม่เหล็กแล้วเข้าแทนที่ใบพัดเก่าของเครื่อง

3.3.2.3 Force fan

ที่ต้องมีการติดตั้งForce fan เนื่องจากไม่สามารถที่จะใช้พัดลมระบายความร้อนของเก่าที่ติดตั้งมากับเครื่องได้เนื่องจาก มีการติดตั้งอุปกรณ์ส่วนของตัวจุดระเบิดเพิ่มเข้าไปแทนที่ส่วนของใบพัดระบายความร้อนของเครื่องยนต์จึงทำให้ต้องมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศเพิ่มเติม

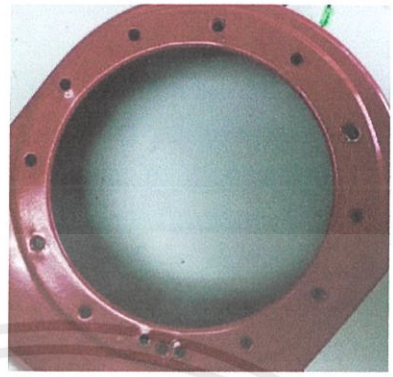
วิธีการติดตั้ง force fan เข้ากับเครื่องยนต์

1 ทำการวางforce fan เข้ากับฝาครอบเครื่องยนต์ เพื่อกำหนดตำแหน่งรูในการเจาะยึดกับฝาครอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

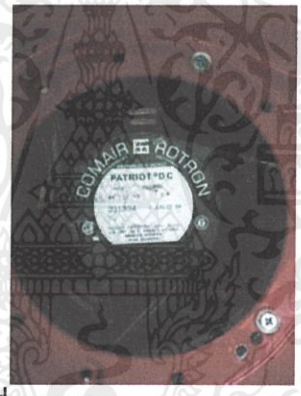
รูปที่ 3.57 การวางforce fan เข้ากับฝาครอบเครื่องยนต์

2 ทำการเจาะรูตามตำแหน่งที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.58 การเจาะรูตามตำแหน่ง

3 ขัน force fan ติดกับฝาครอบ



รูปที่ 3.59 force fan และ ฝาครอบ

4 นำฝาครอบตัวสตาร์ทมาปิดไว้หน้าforce fan เพื่อป้องกันอันตราย

รูปที่ 3.60 ฝาครอบตัวสตาร์ท

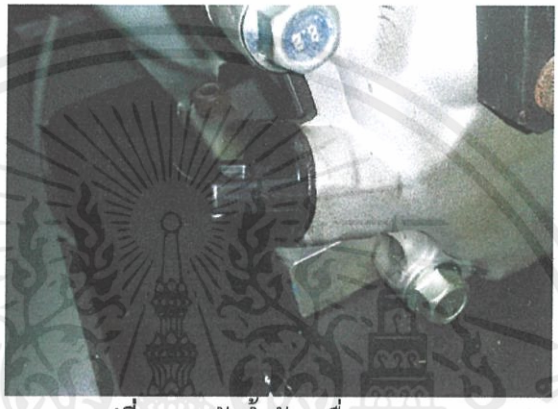
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.4 Oil Temp

ที่ต้องติดเซนเซอร์วัดอุณหภูมิความร้อนของน้ำมันเครื่องเข้าไปนั้น ในขณะเครื่องยนต์ทำงานนั้น เครื่องยนต์จะมีความร้อนสูงมาก น้ำมันเครื่องจะเป็นตัวช่วยในการหล่อลื่นและระบายความร้อนของลูกสูบแต่ถ้าน้ำมันเครื่องมีอุณหภูมิสูงมากจะทำให้น้ำมันเครื่องเปลี่ยนสถานะ

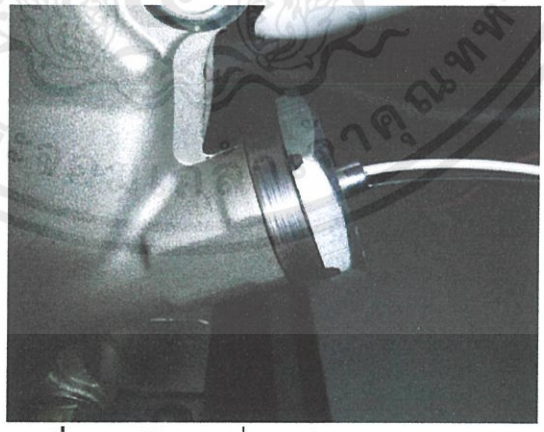
วิธีการติดตั้งตัวเกจและเซนเซอร์เข้ากับตัวเครื่อง

1 ถอดที่วัดระดับน้ำมันเครื่องออกจากเครื่องยนต์



รูปที่ 3.61 ถังน้ำมันเครื่อง

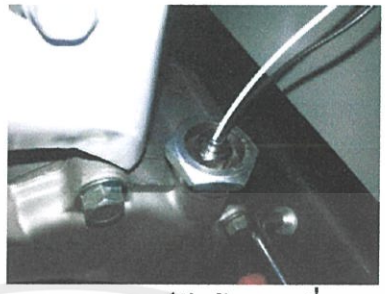
2 กลึงข้อลดเหลี่ยมเกรียวภายนอกให้มีขนาดเท่ากับเกลียวของที่วัดระดับน้ำมันเครื่องและภายในให้มีขนาดเท่ากับเซนเซอร์



รูปที่ 3.62 ข้อลดเหลี่ยมเกรียวภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

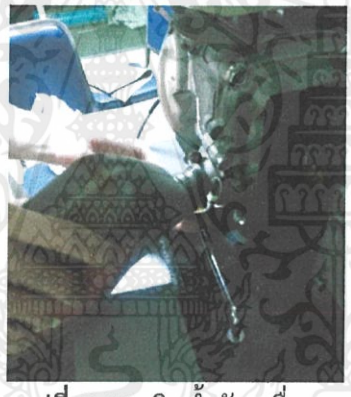
3 หมุนเซนเซอร์ติดกับข้อลดเหลี่ยมแล้วพันเทฟรอนกับเกลียวด้านนอกจากนั้นนำไปติดตั้งแทนที่วัดระดับน้ำมันเครื่อง



รูปที่ 3.63 หมุนเซนเซอร์กับข้อลดเหลี่ยม

3.3.2.5 น้ำมัน

1 เติมน้ำมันเครื่อง



รูปที่ 3.64 เติมน้ำมันเครื่อง

2 เติมน้ำมันเชื้อเพลิง

รูปที่ 3.65 เติมน้ำมันเชื้อเพลิง

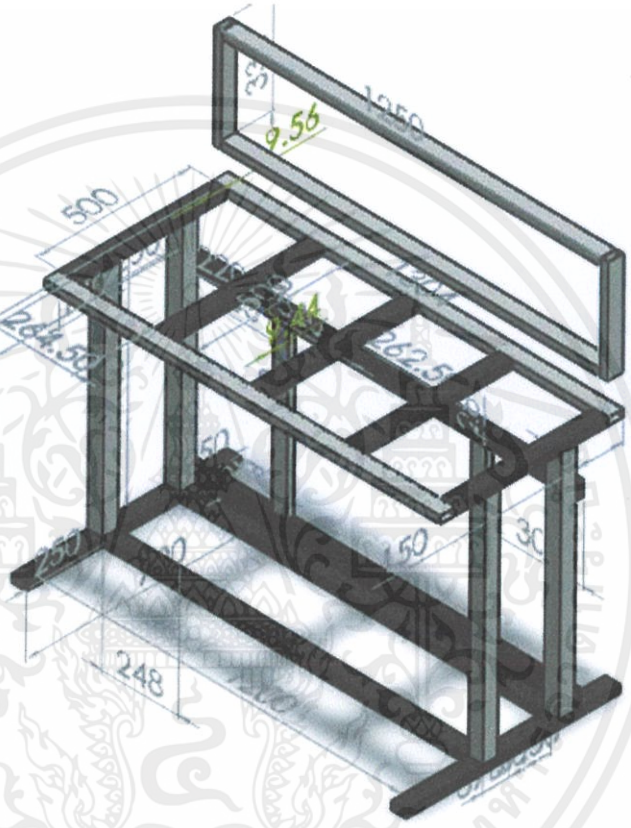
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

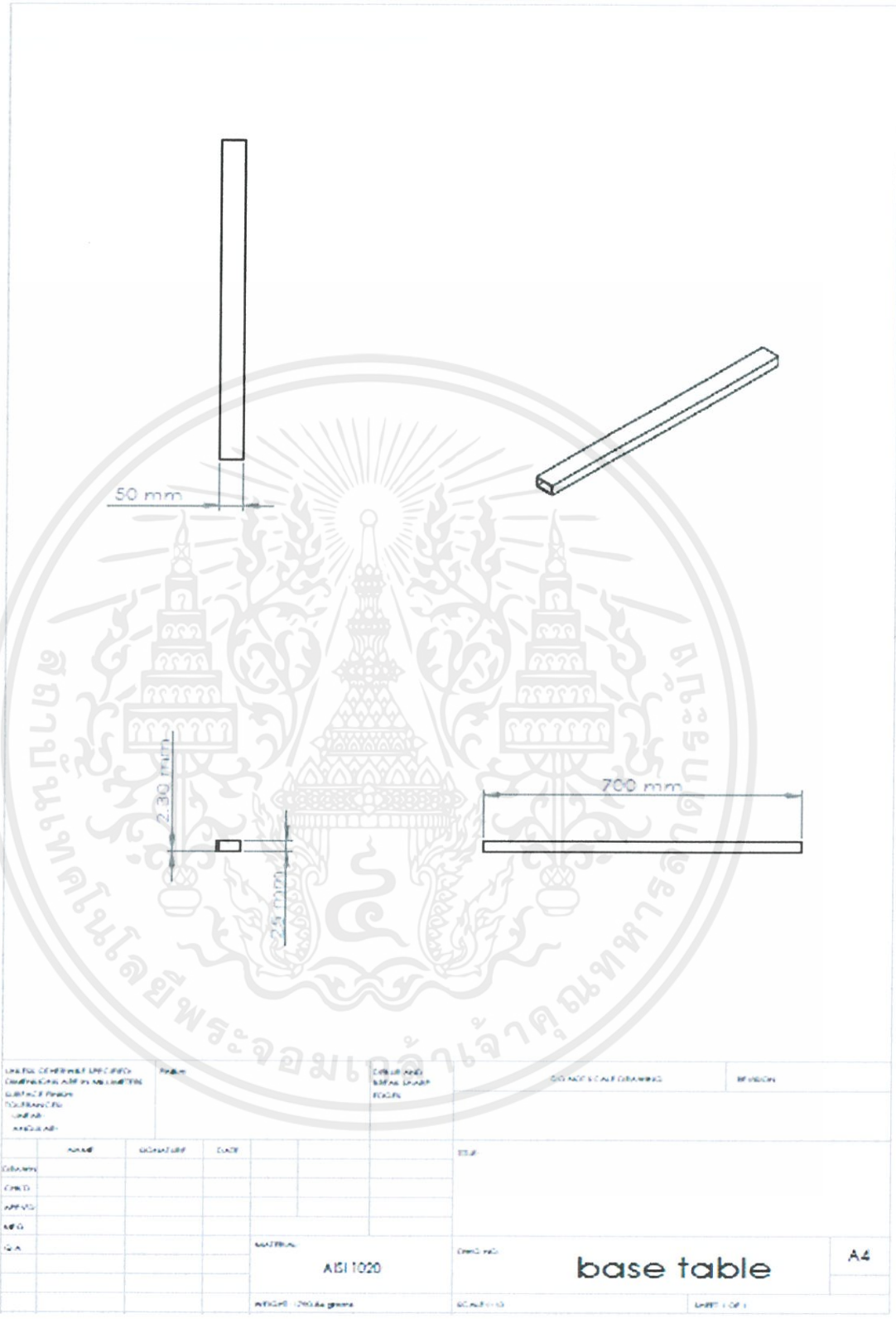
4.1 การเขียนแบบ

4.1.1 ส่วนโครงสร้างหลัก

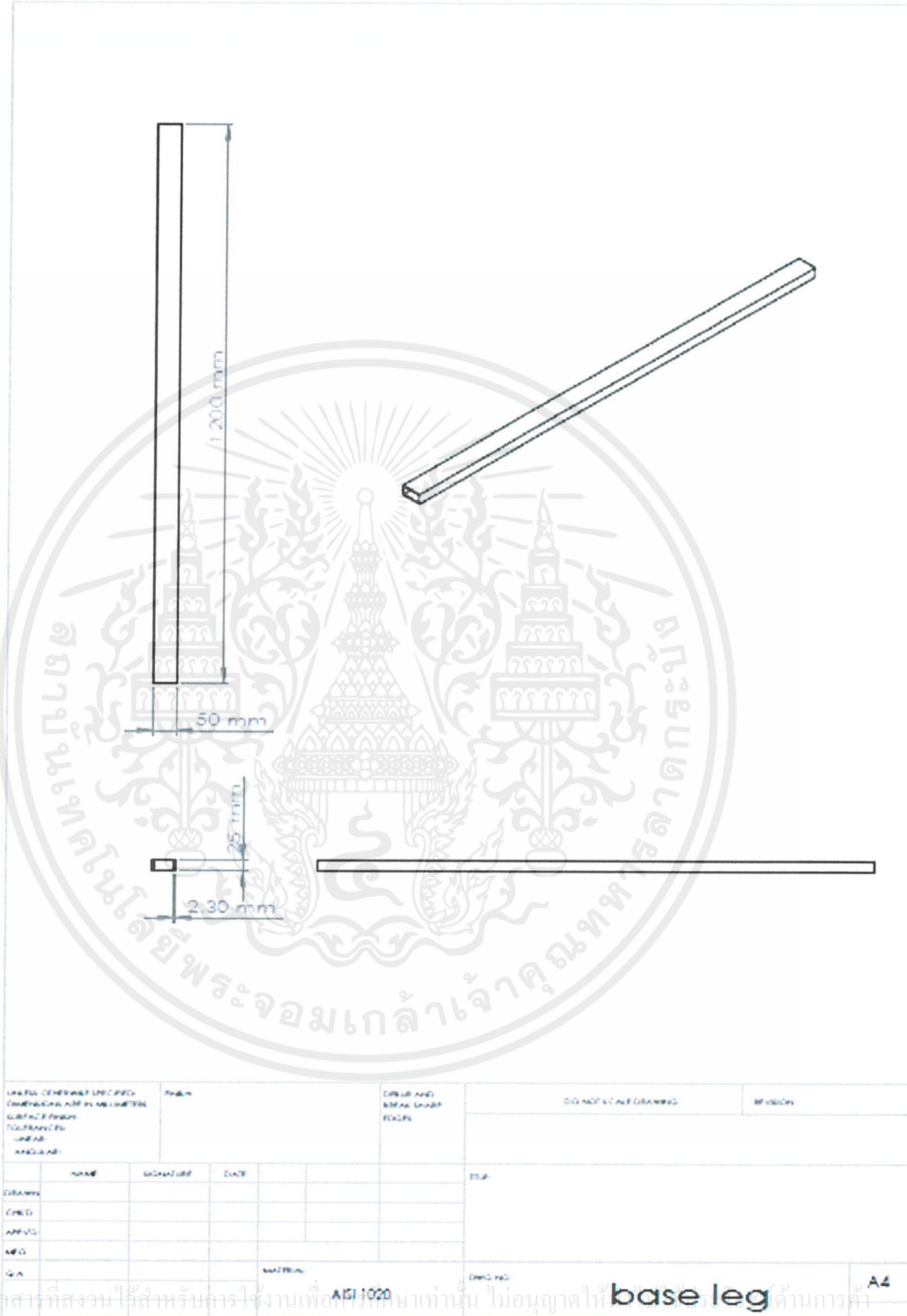


รูปที่ 4.1 โครงสร้างหลัก

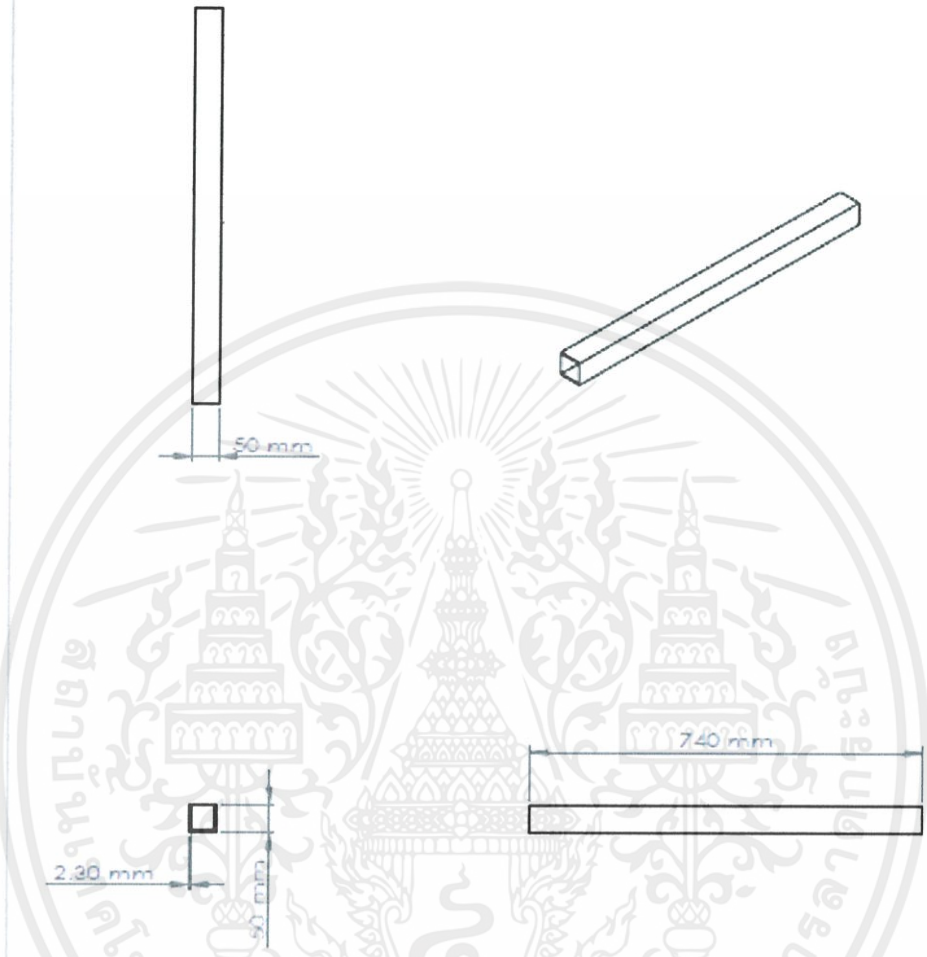
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

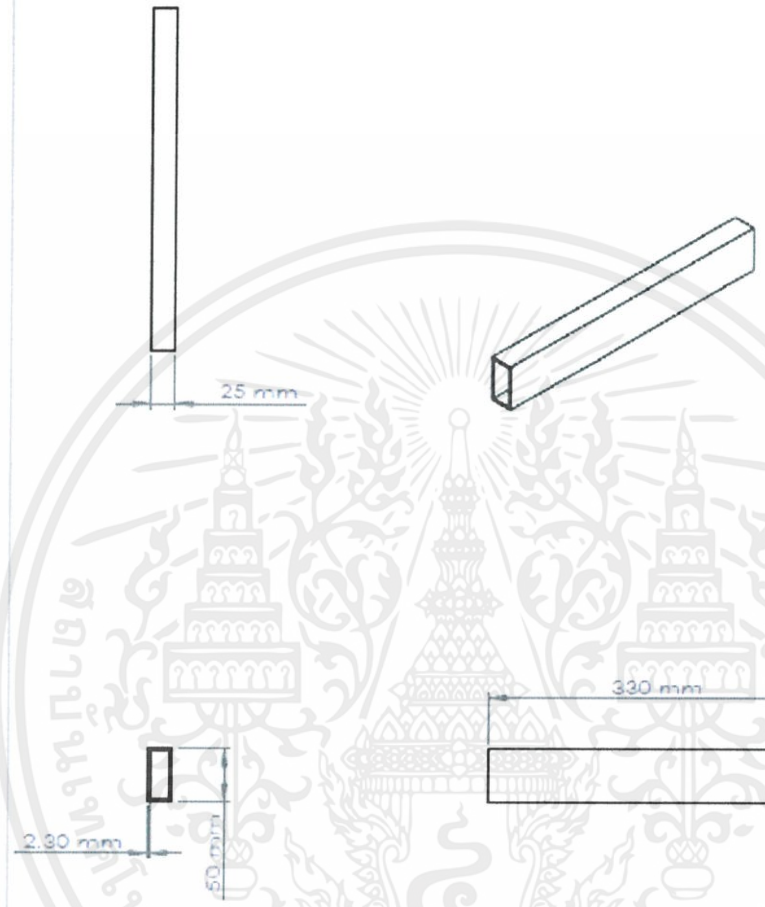


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



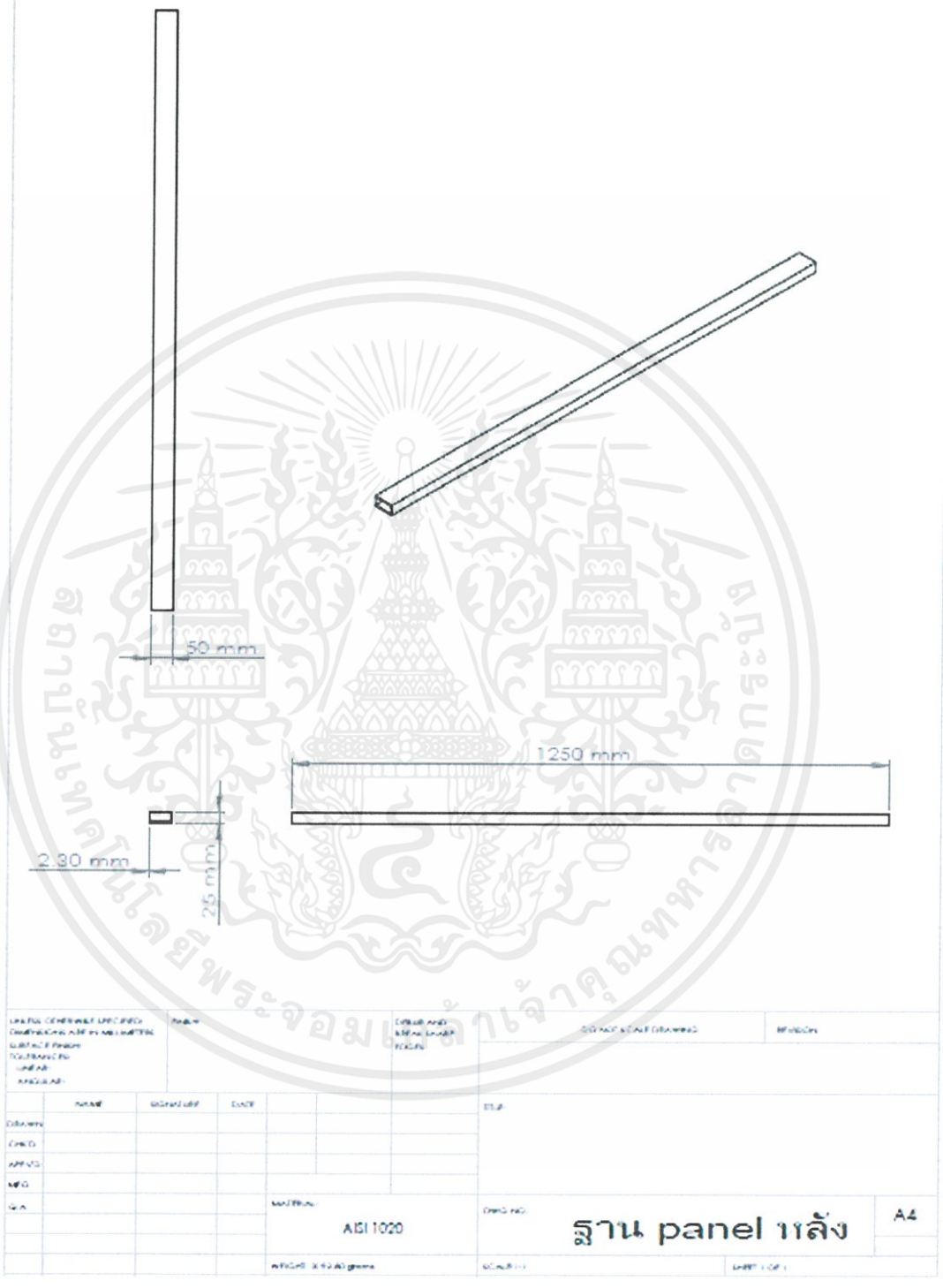
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	Radius			DRILL AND C BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING		REVISION
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:	
DRAWN							
CHK'D							
APP'VD							
MFG							
Q.A.				MATERIAL: AISI 1020		DWG NO: Leg	A4
				WEIGHT: 1.85 (7 grams		SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

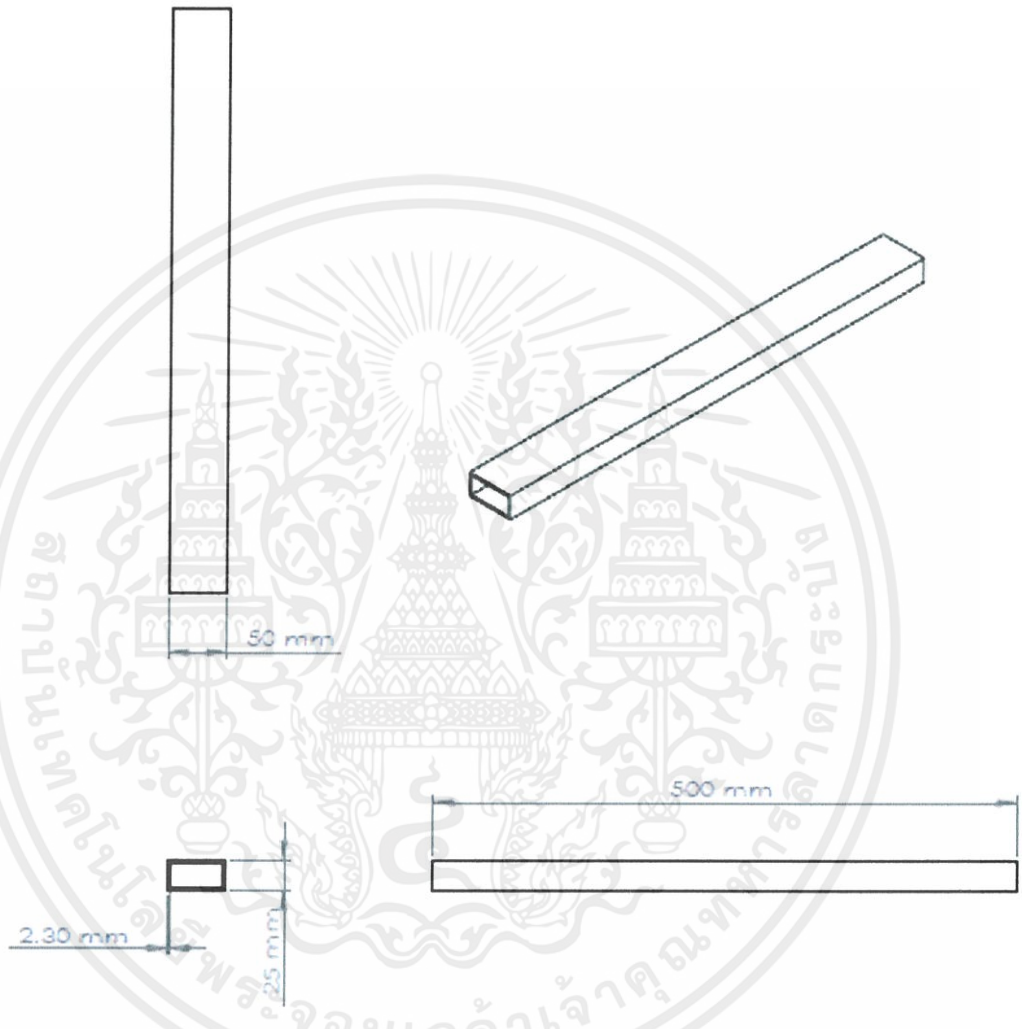


MATERIAL: AISI 1020			A4
		โครงpanel	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

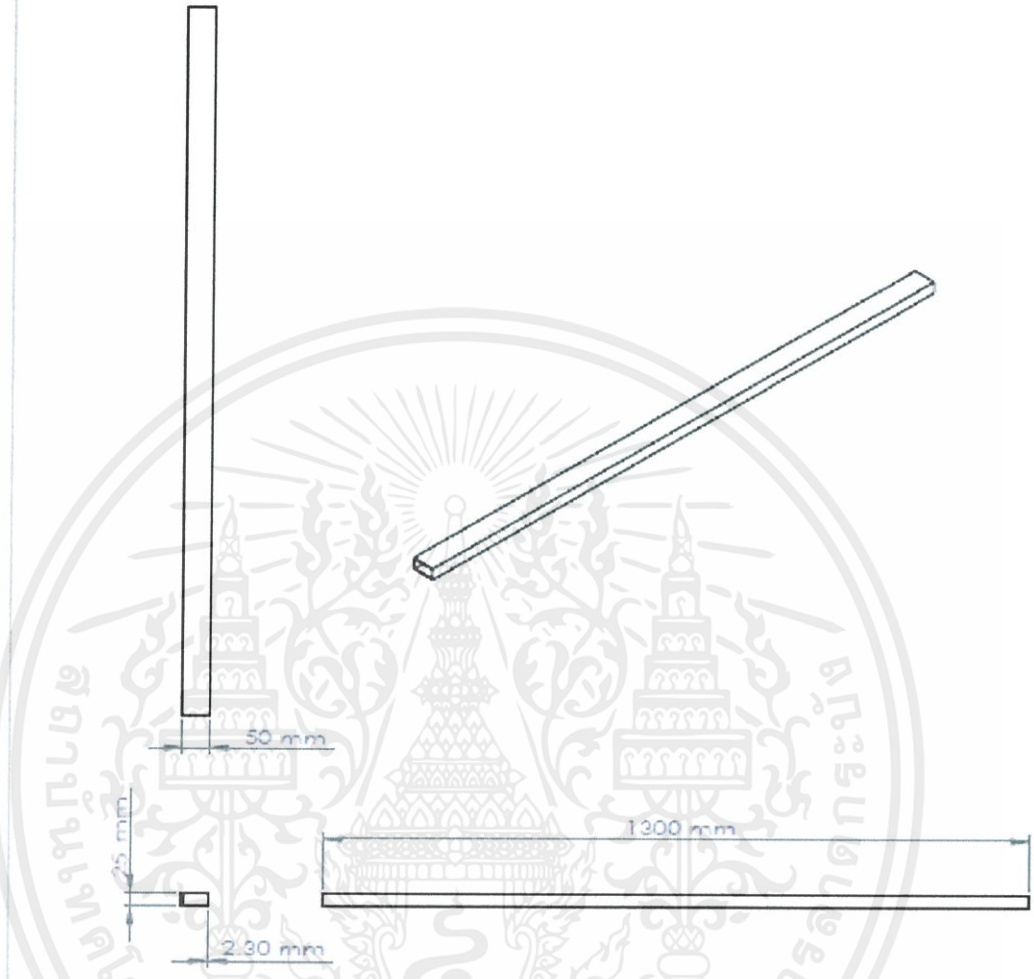


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



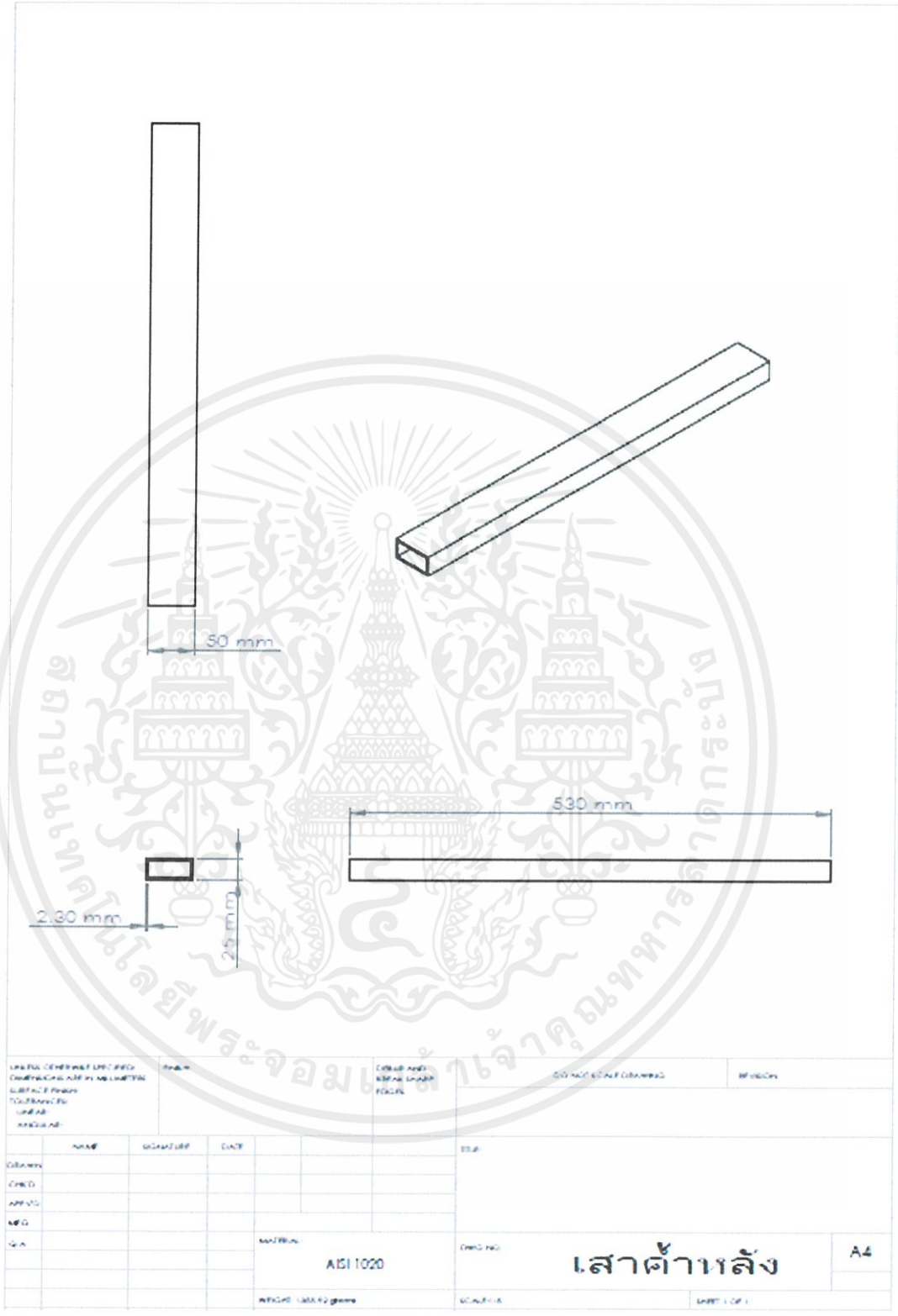
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:		Finish				DO NOT SCALE DRAWING		Revision
	NAME	SIGNATURE	DATE				Title	
DRAWN								
CHK'D								
APP'D								
MFG								
Q.A				MATERIAL			DWG NO.	A4
					AISI 1020		ฐานโต๊ะ	
				WEIGHT:		SCALE:1:5		SHEET 1 OF 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



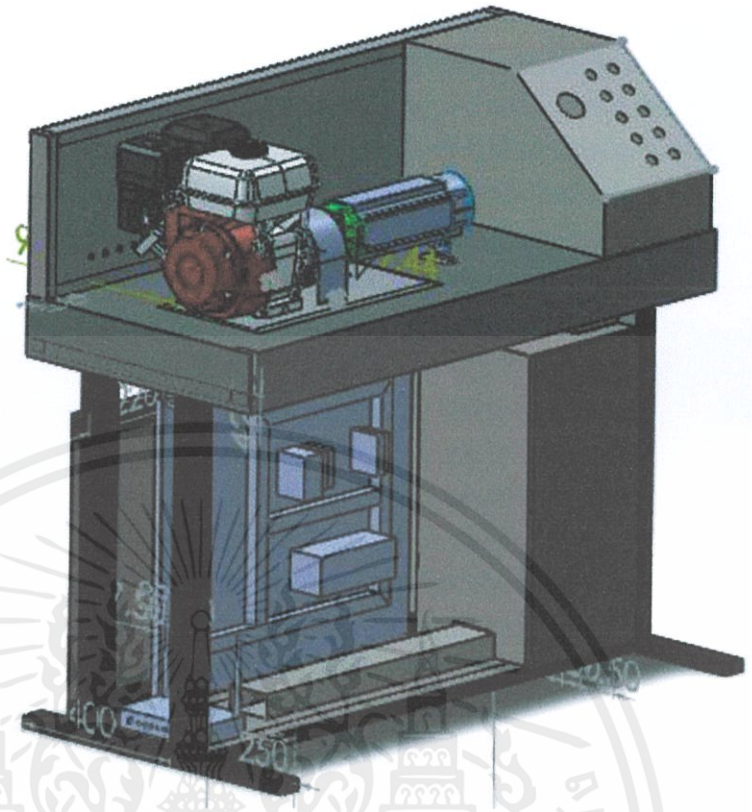
	NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN						
CHK'D						
APP'VD						
MFG						
Q.A				MATERIAL: AISI 1020	DWG NO. ฐานรองด้านหลัง	A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



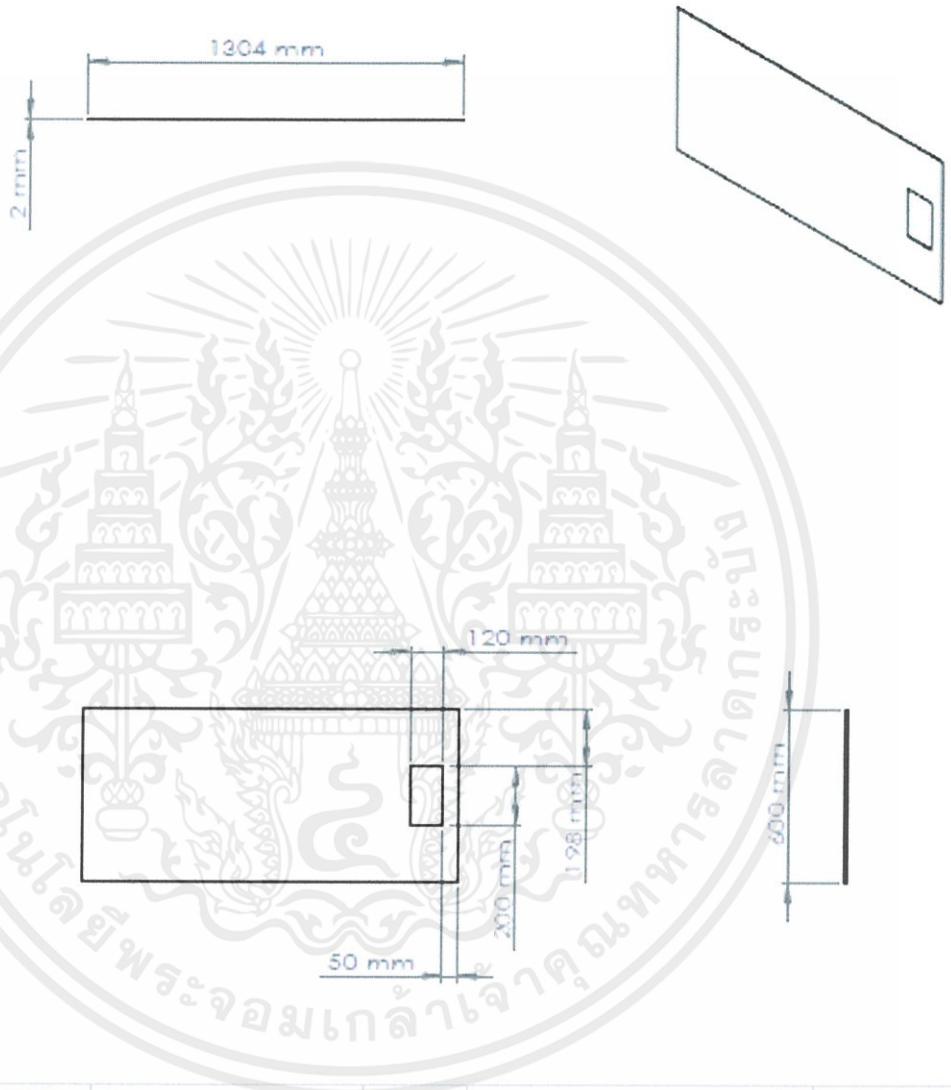
4.1.2 ส่วนเหล็กแผ่น Cover ปิดโครงสร้างหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 Cover ปิดโครงสร้างหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



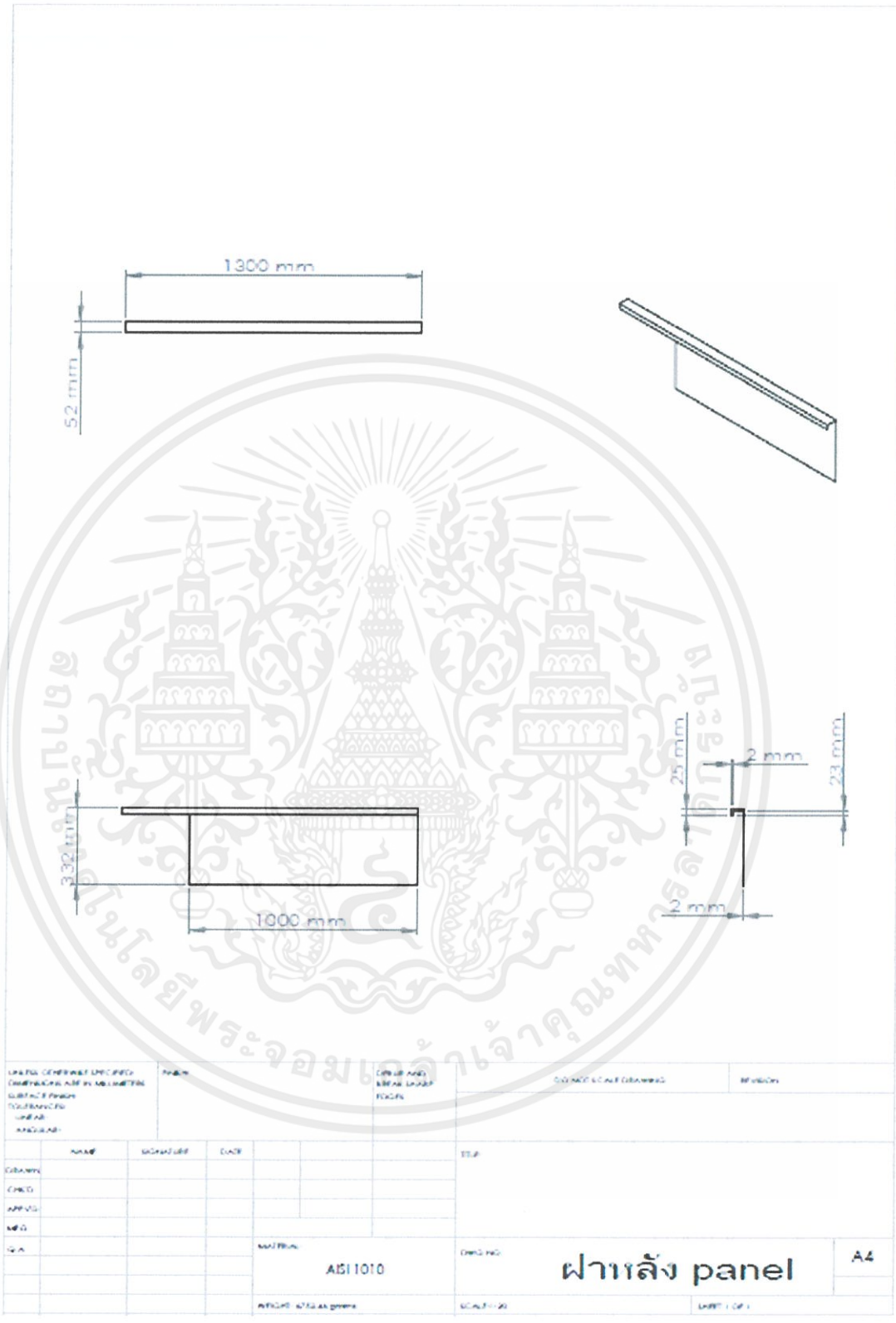
	NAME	SIGNATURE	DATE				
DRAWN	A. Jusin						
CHK'D							
APP'D							
MFG							
Q.A							

MATERIAL: AISI 1010

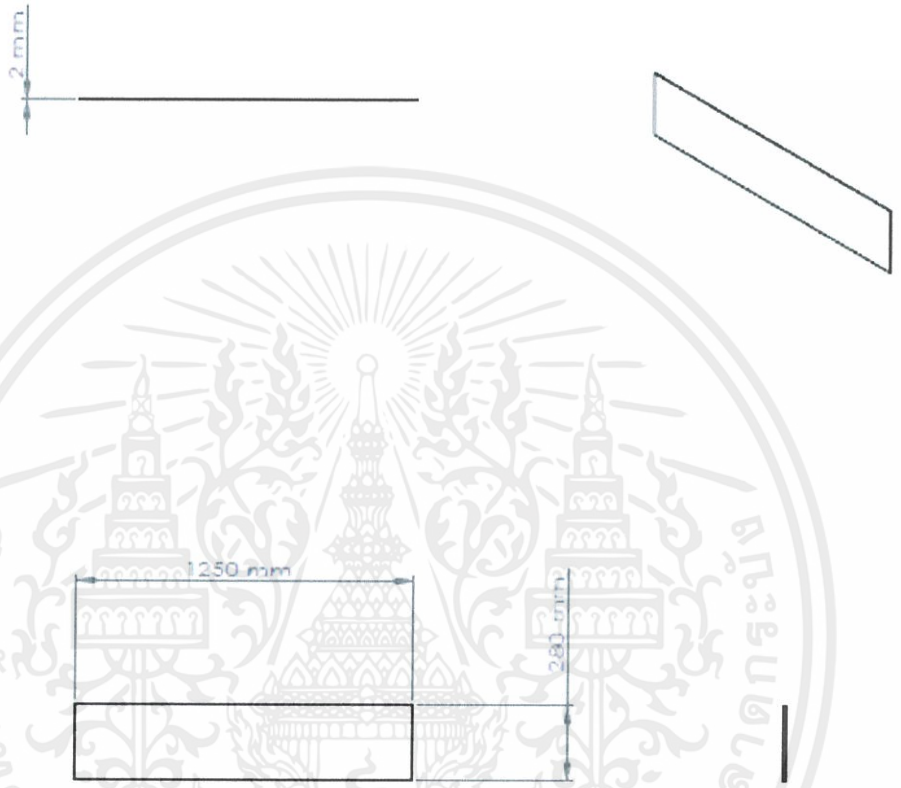
Drawing 1

A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

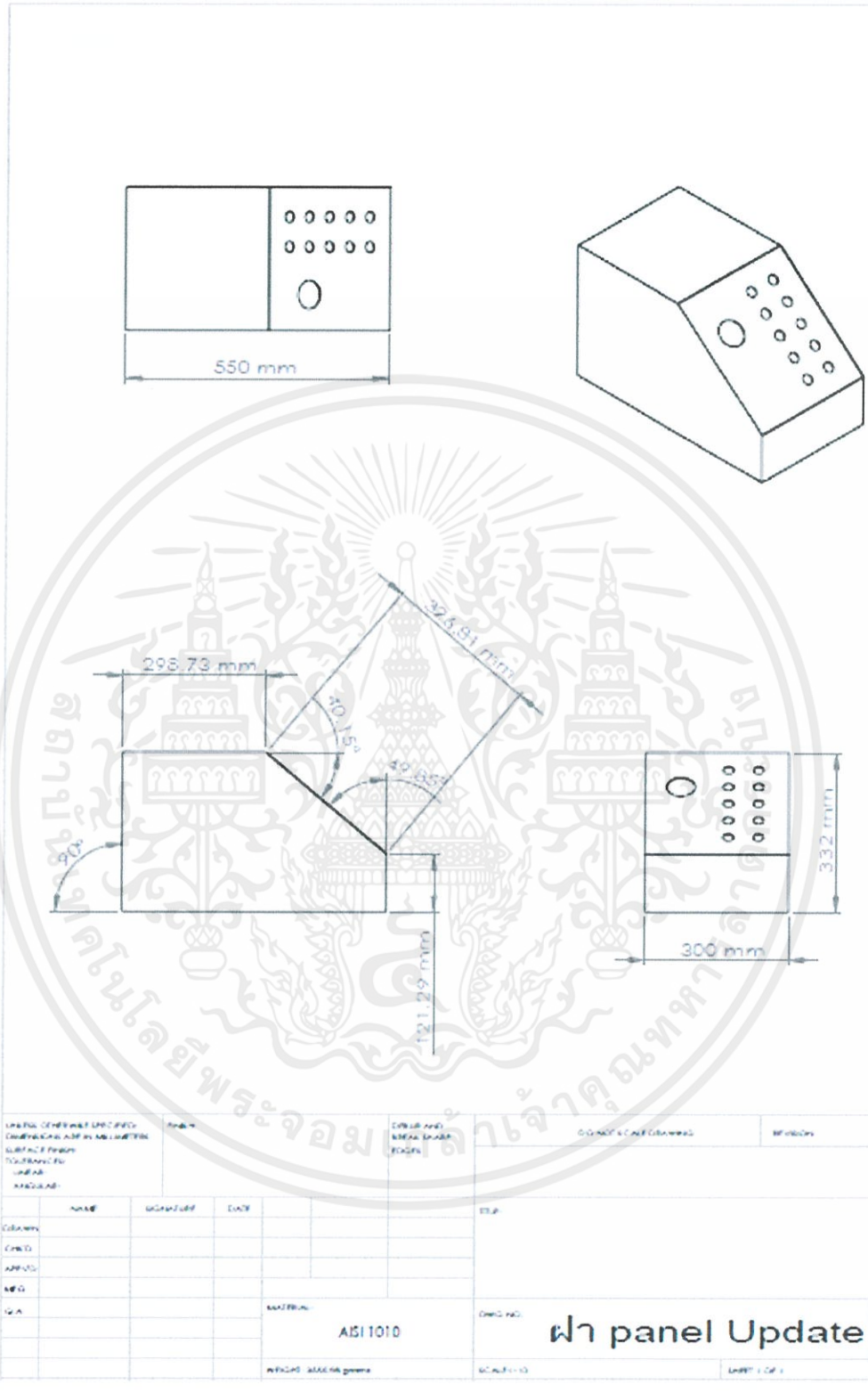


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

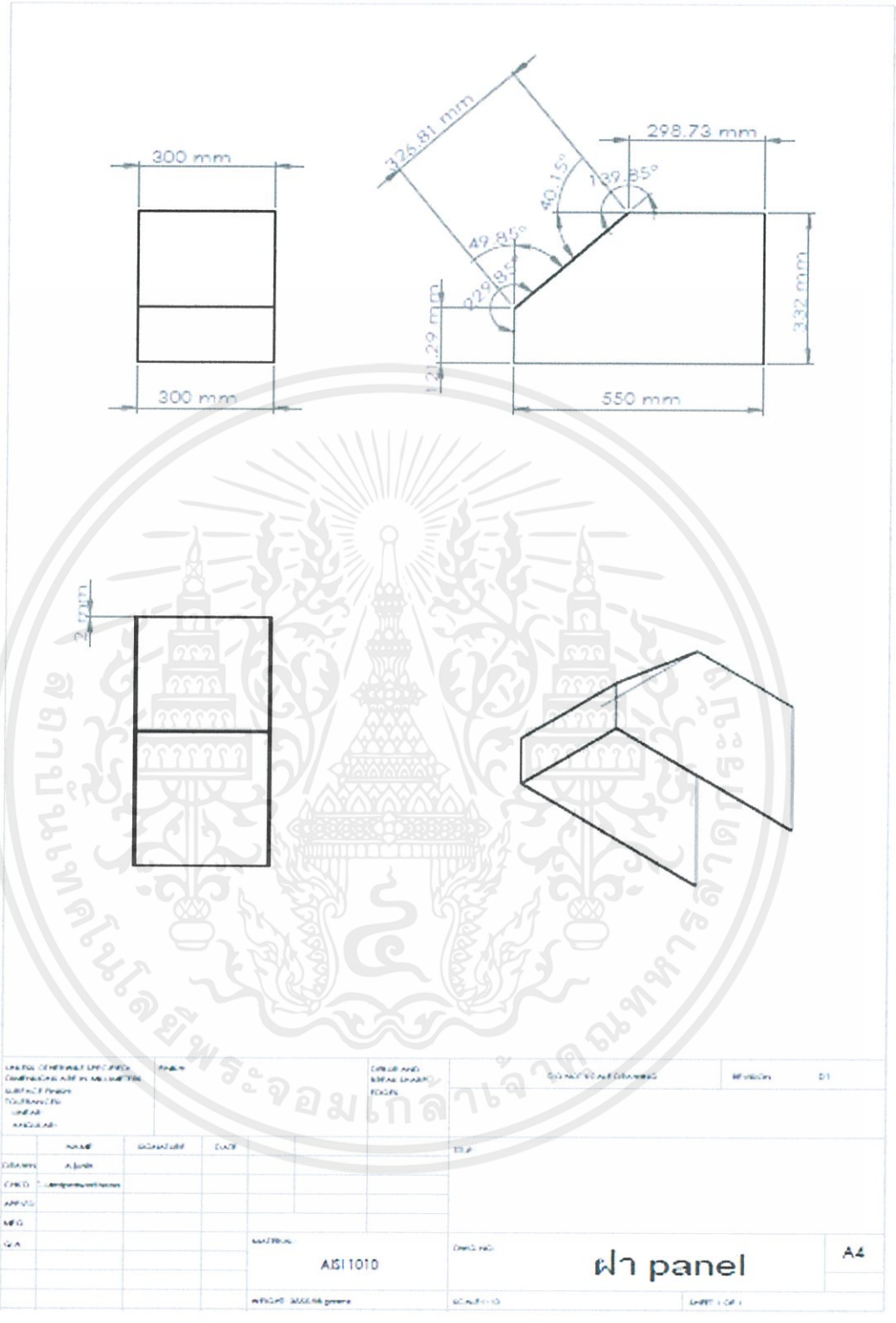


ฝาปิดด้านหน้าส่วนเก็บสาย

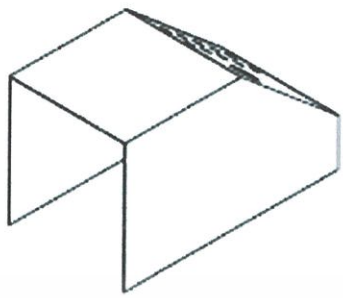
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

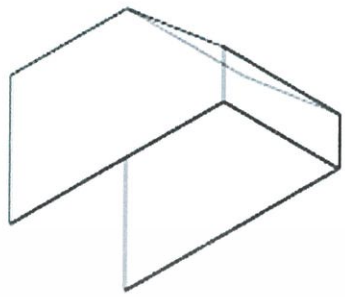


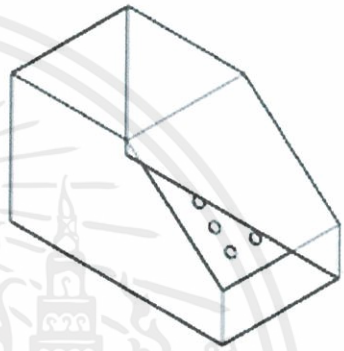
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

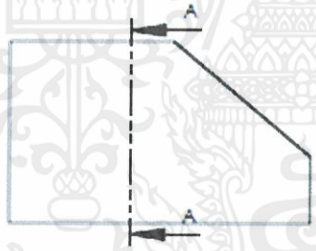


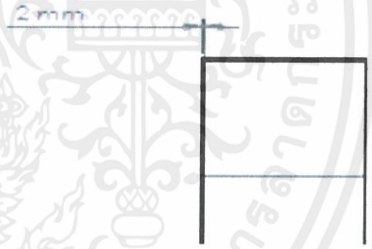
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







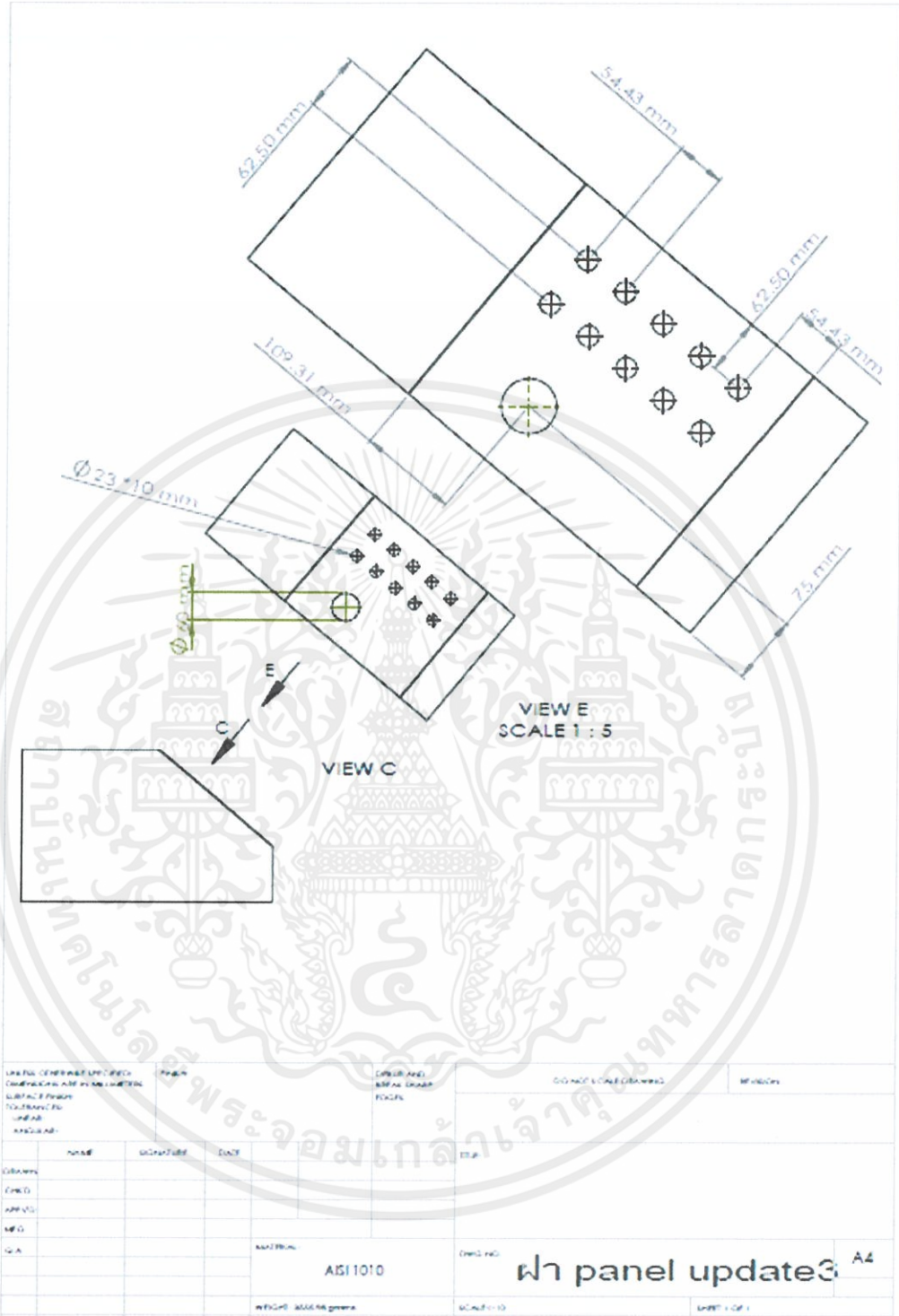




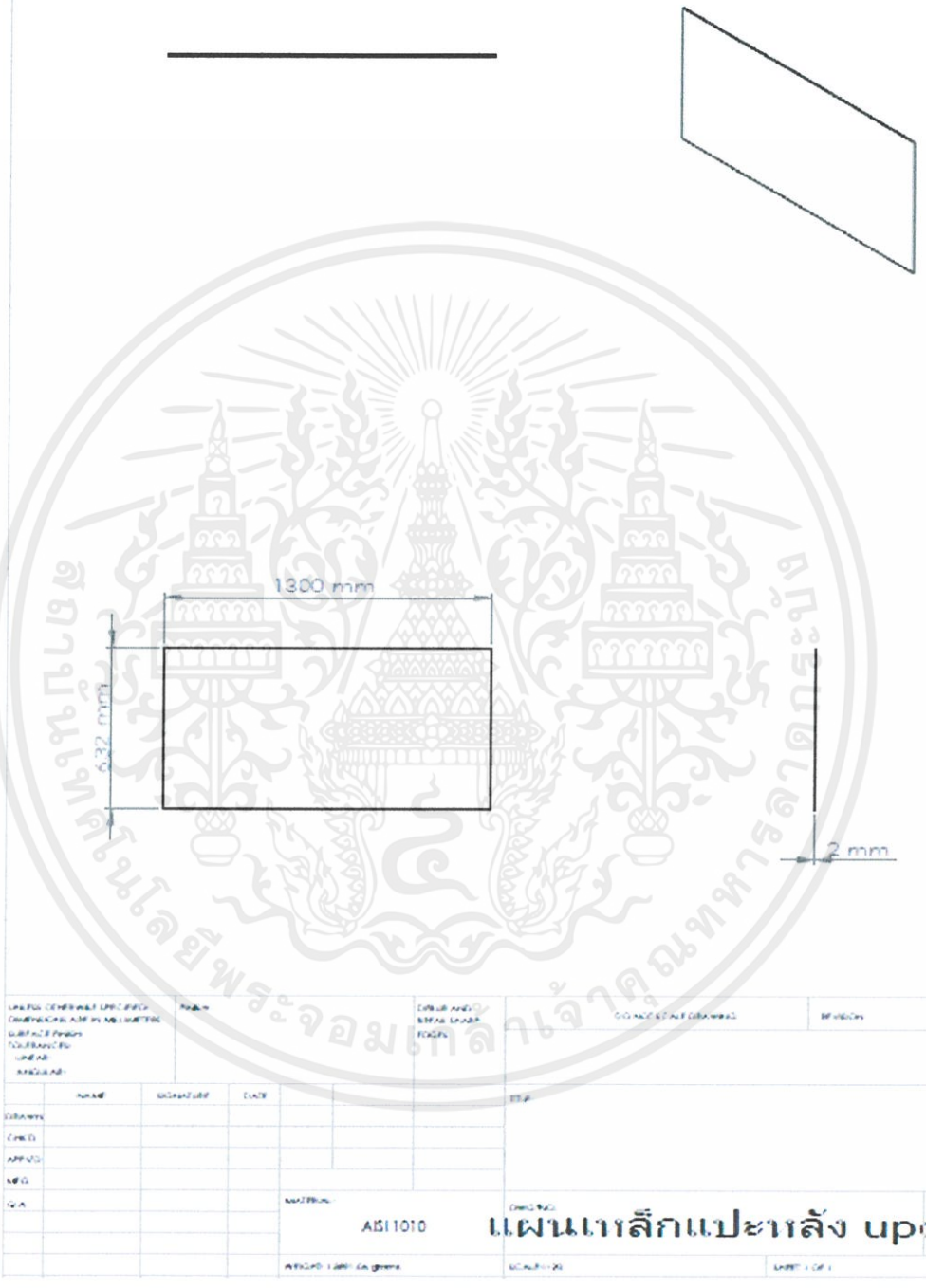
SECTION A-A

	NAME	SIGNATURE	DATE			
DRAWN						
CHKD						
APPVD						
MFG						
Q.A						
				MATERIAL: ASI 1010	DWG NO: ฝา panel update2	A4
				WEIGHT: kg	SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1

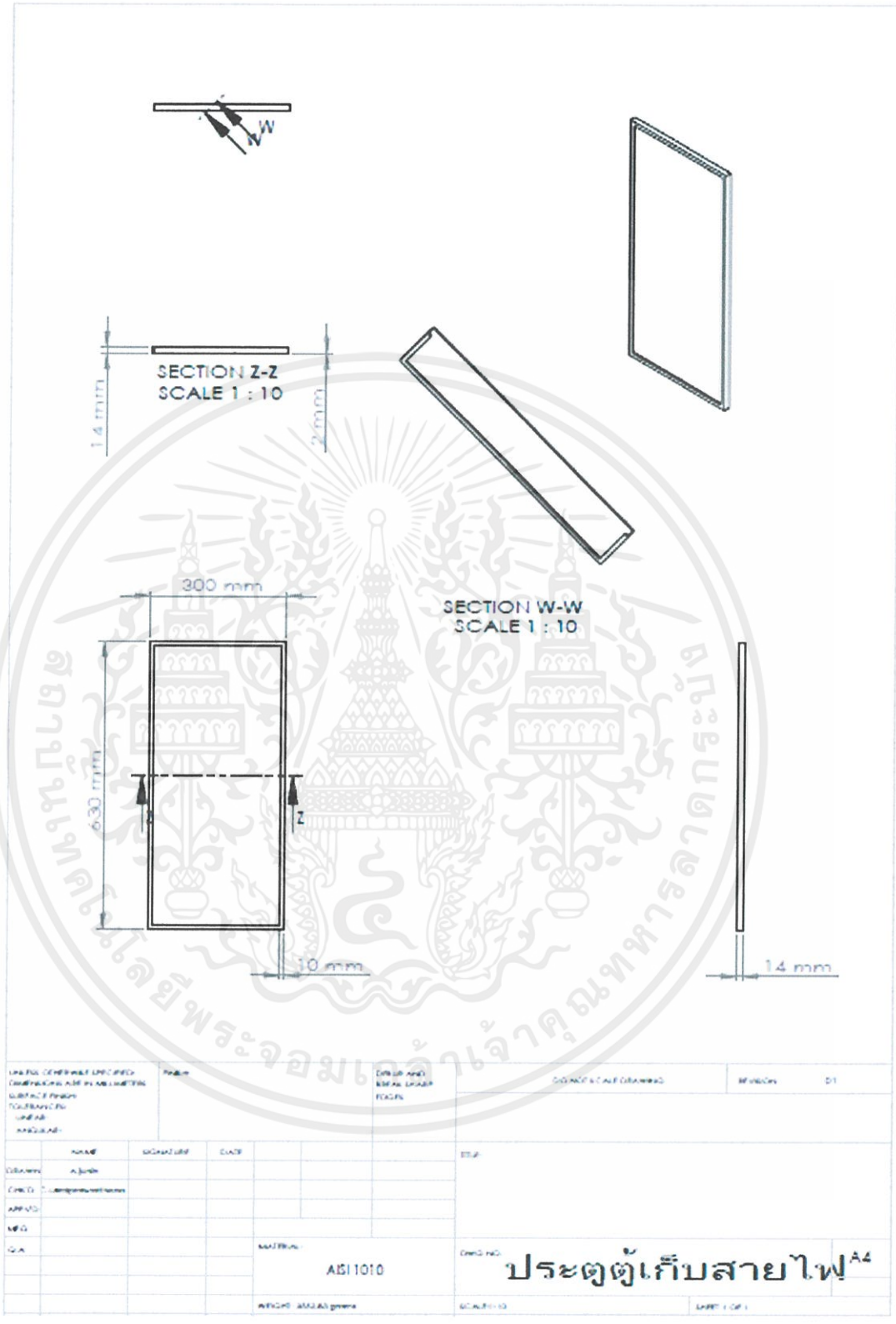
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



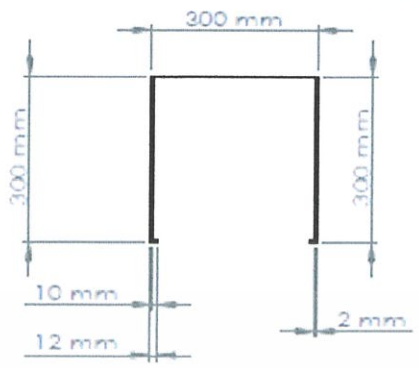
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

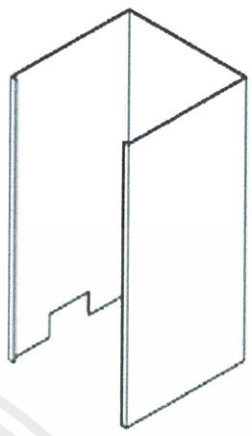


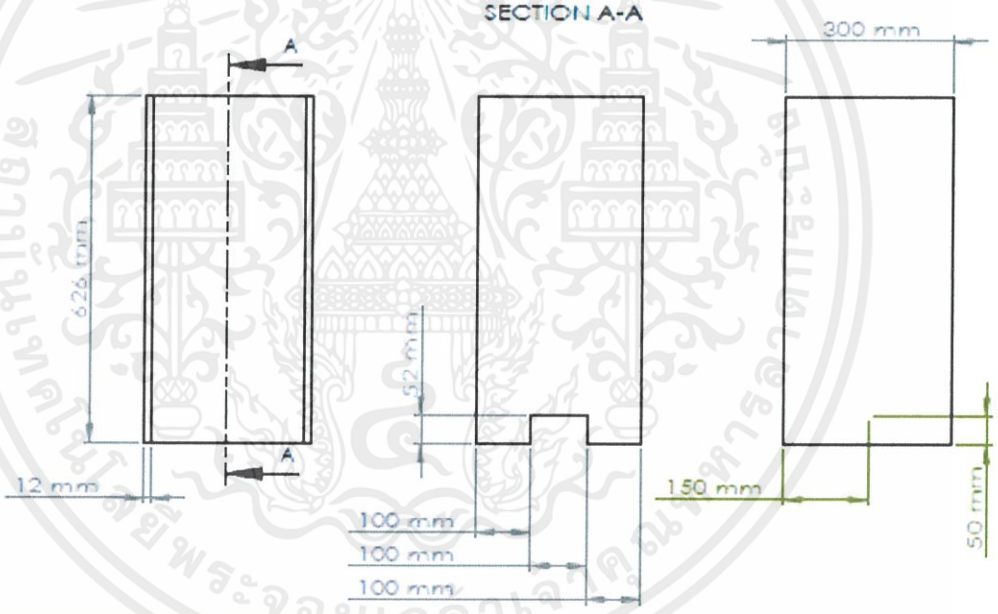
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



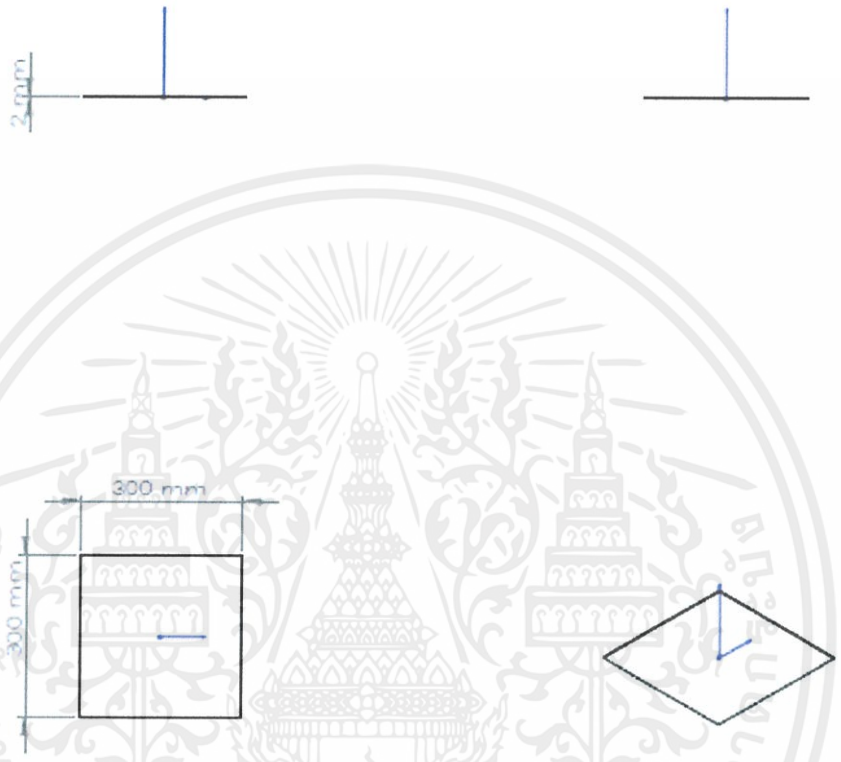




ตู้ไฟ2

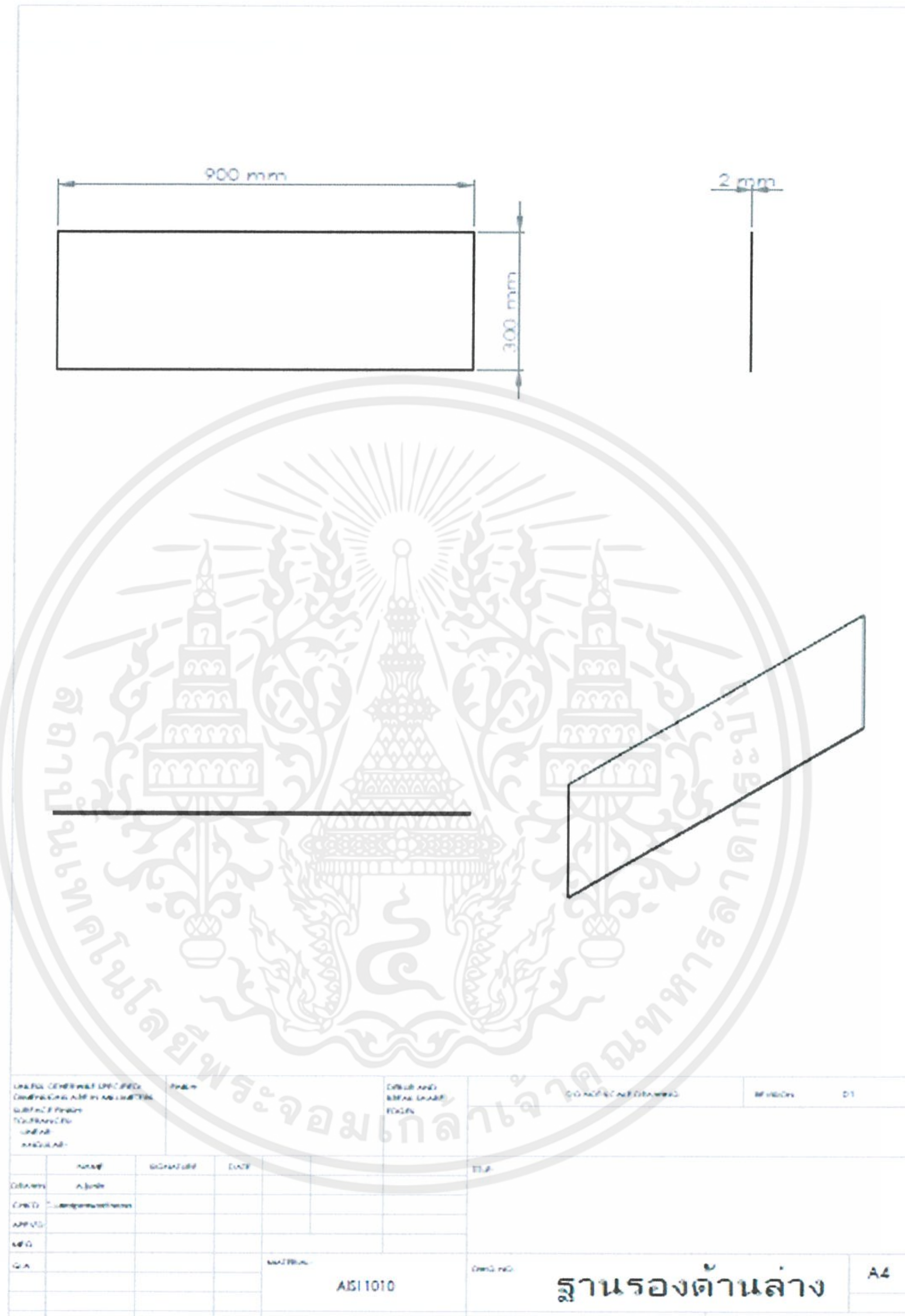
A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

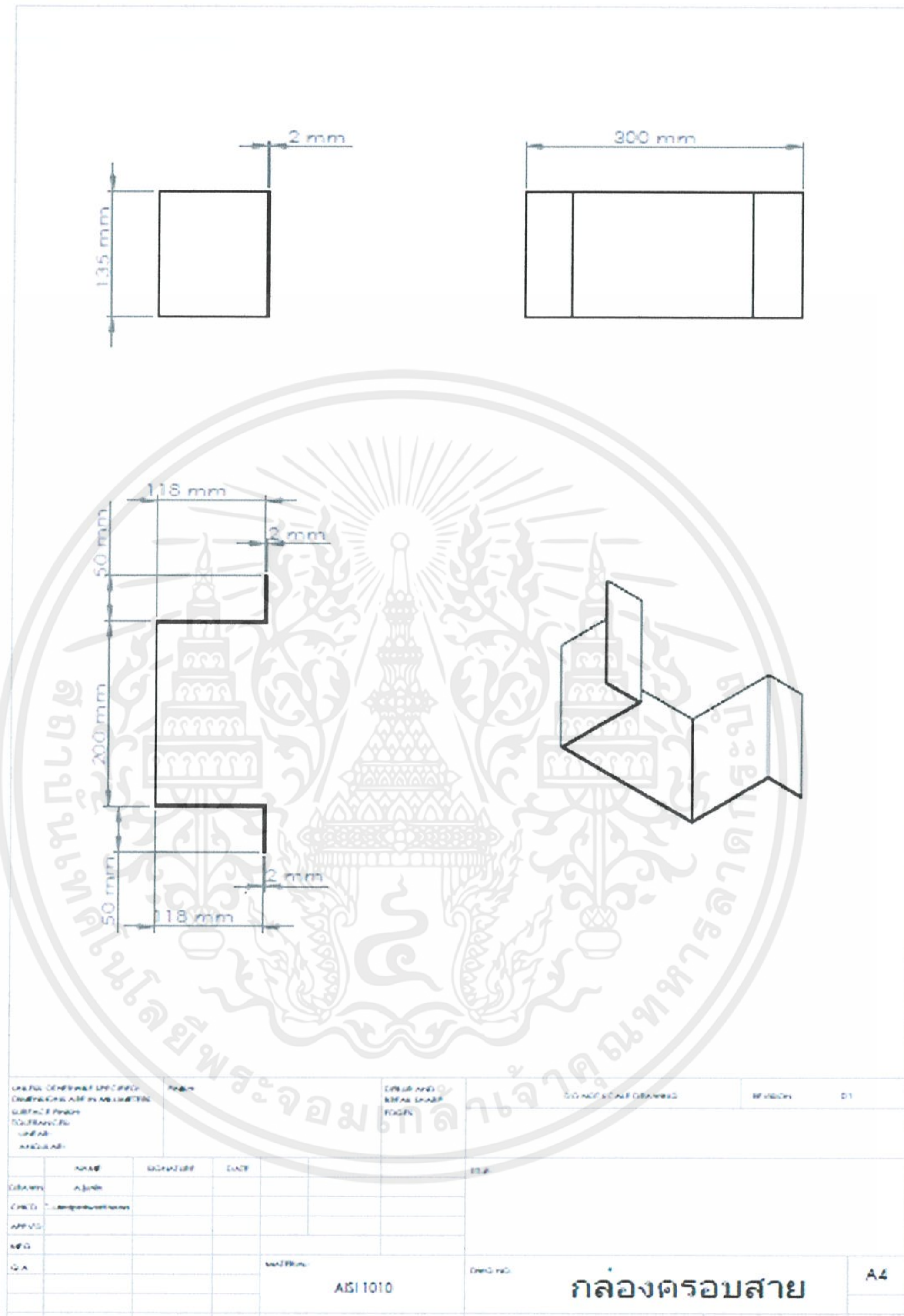


		Hybrid Project	
MATERIAL: AISI 1010		Bottombase2	A4

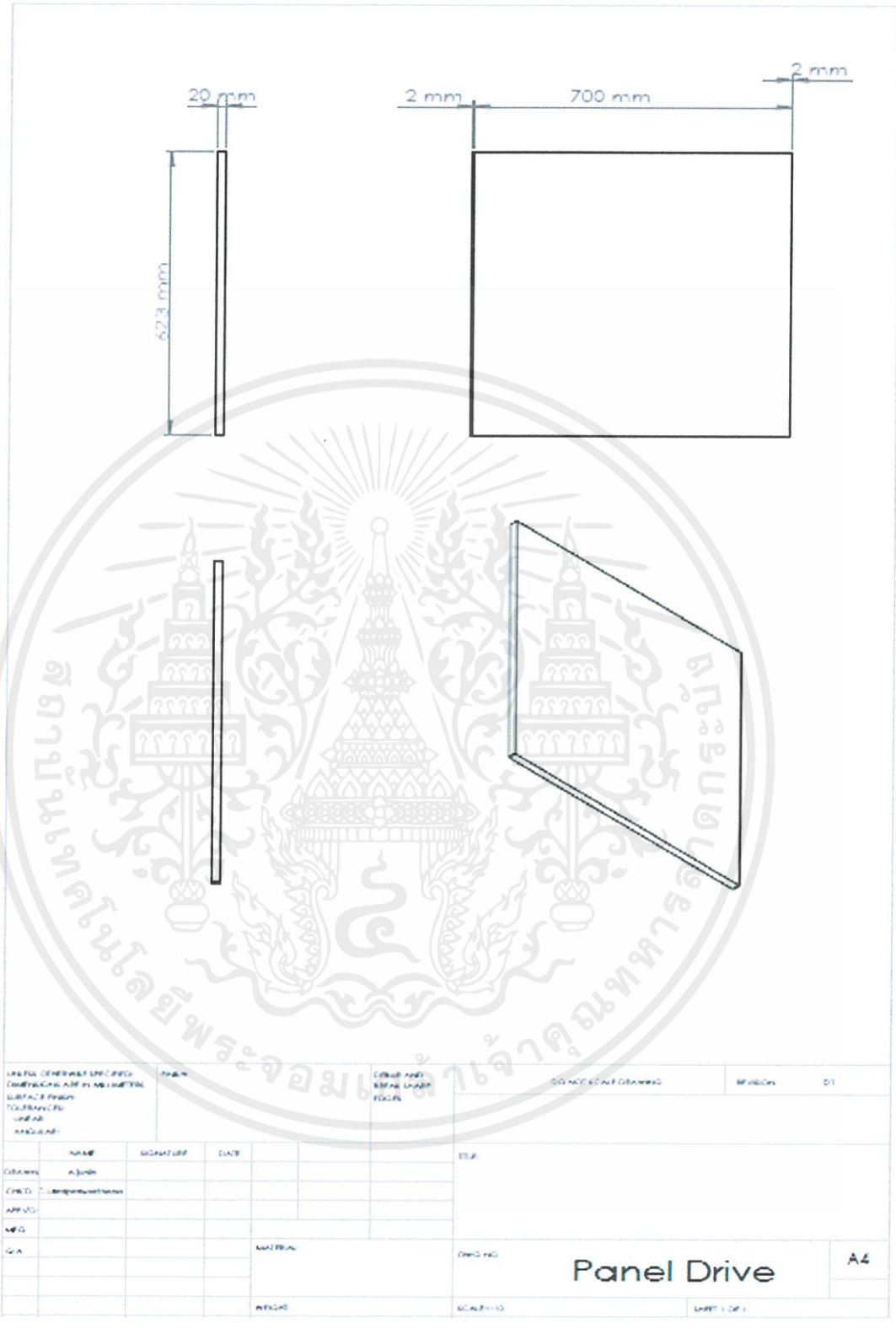
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



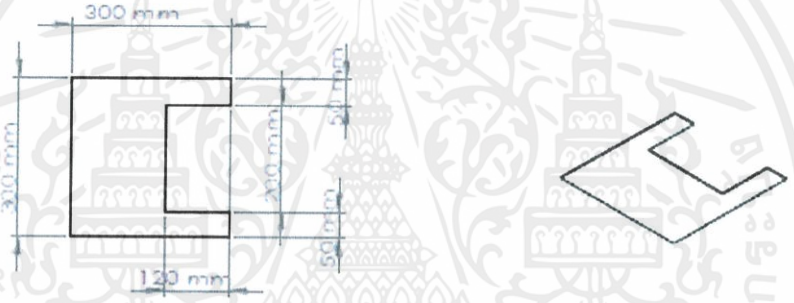
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

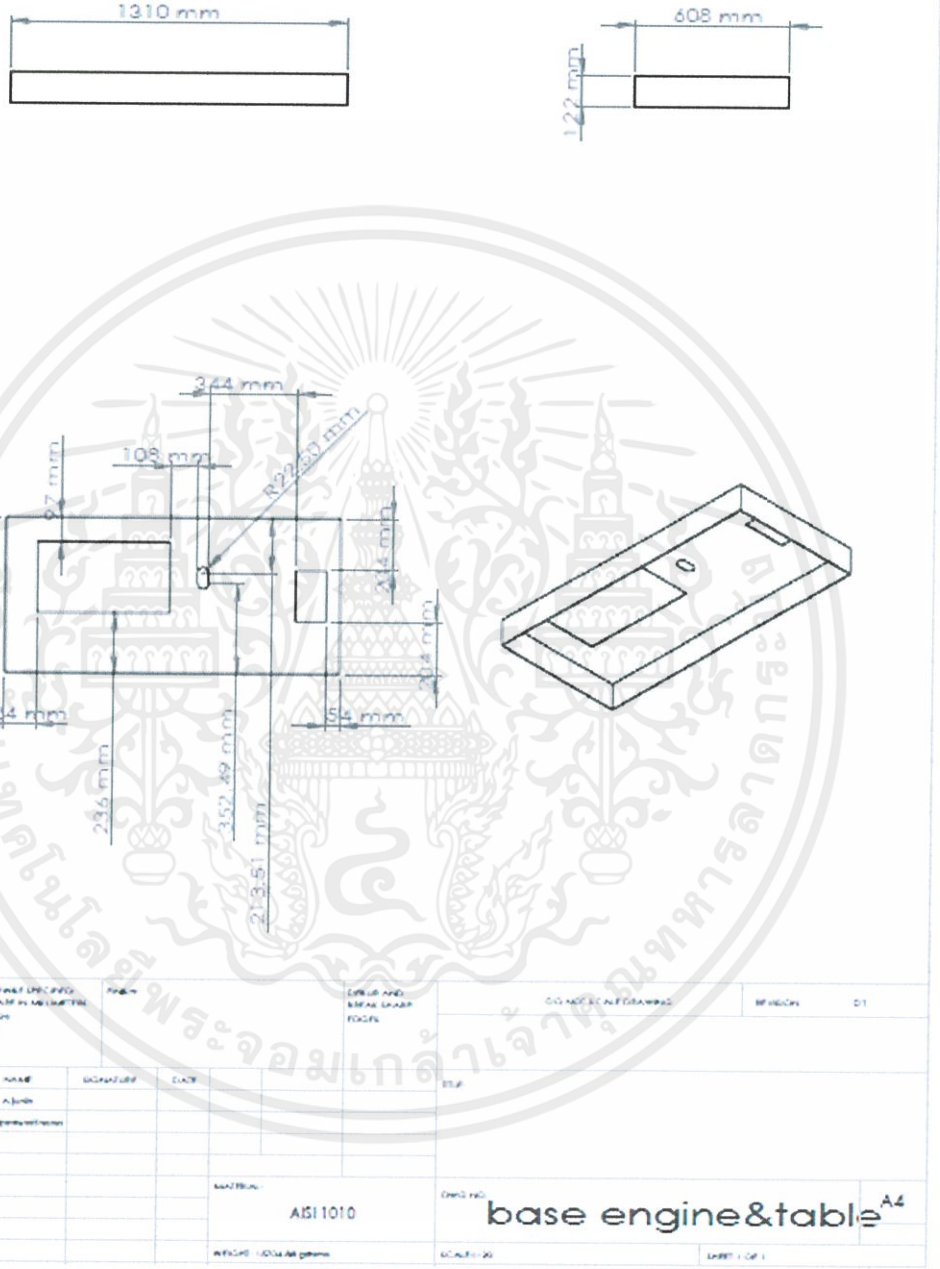


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

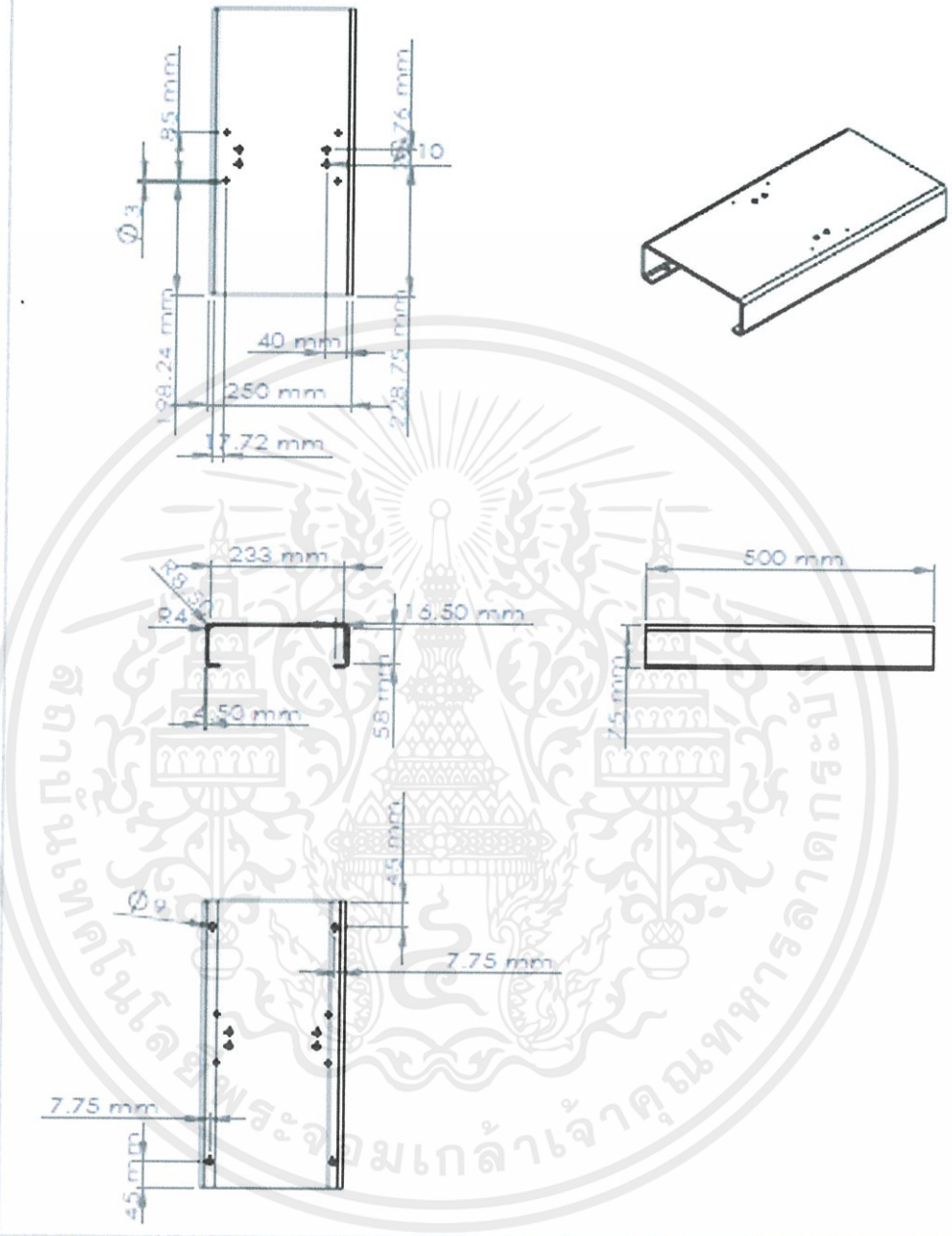


	NAME	SIGNATURE	DATE				
DRAWN	A.Jarab						
CHK'D							
APP'D							
M'F'G							
Q.A				MATERIAL: AISI 1010		DWG NO: box 2	A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

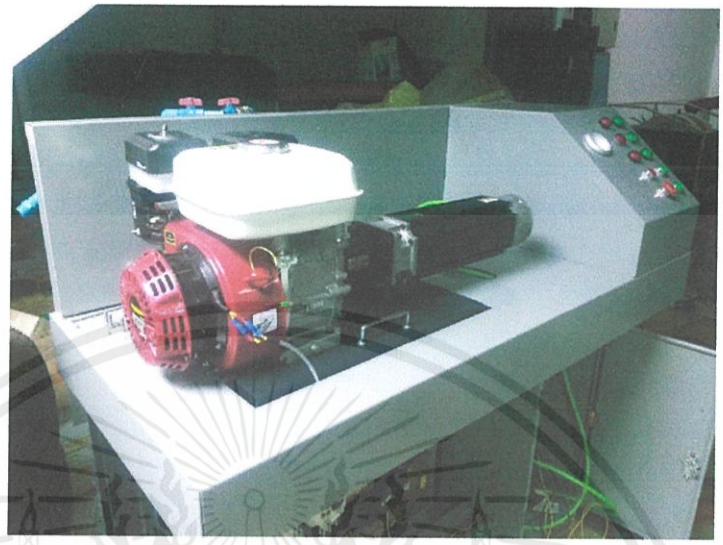


C light chanal

A4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เครื่องยนต์



รูปที่ 4.3 เครื่องยนต์เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จ

การดัดแปลงเครื่องยนต์ในครั้งนี้ได้ดัดแปลงเครื่องยนต์ในหลายระบบคือ

4.2.1 ระบบจุดระเบิด

ได้ทำการเปลี่ยนไปใช้ระบบจุดระเบิดของเครื่องบินบังคับเนื่องจากการทำงานในโปรเจคนี้จะใช้การทำงานในรอบต่ำโดยที่ตัวจุดระเบิดของเครื่องยนต์นั้นไม่สามารถทำงานได้จึงจำเป็นต้องทำการดัดแปลงตัวจุดระเบิดไปใช้แบบอื่น

4.2.2 ระบบระบายความร้อน

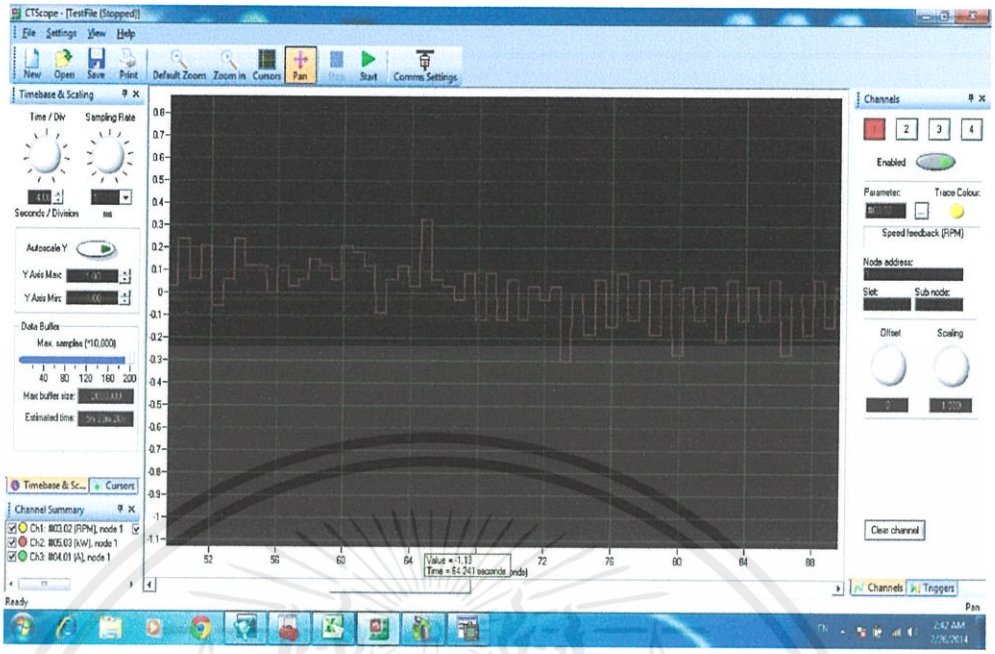
ระบบระบายความร้อนเก่าของเครื่องยนต์นั้นจะเป็นใบพัดที่ยึดติดไว้กับเพลาของเครื่องยนต์เมื่อเครื่องยนต์หมุนใบพัดก็จะหมุนตามไปด้วย แต่ในงานนี้จะใช้พื้นที่ของใบพัดในการติดตั้งตัวจุดระเบิด จึงต้องทำการเปลี่ยนระบบระบายความร้อน มาใช้เป็น force fan ในการระบายความร้อนของเครื่องยนต์

4.2.3 ติดตั้งเซนเซอร์วัดความร้อนน้ำมันเครื่อง

เพื่อเป็นป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์มีความร้อนสูงจนน้ำมันเครื่องเปลี่ยนสถานะ เมื่ออุณหภูมิเกิน65°C force fan เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องยนต์ร้อนจนเกิดการ โอเวอร์ฮีต

4.3 กราฟพลังงานที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟพลังงาน

ผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ของลูกสูบและเพลาข้อเหวี่ยง ตำแหน่งต่างๆ สามารถอ่านได้จากกราฟ ซึ่งกราฟนี้เป็นกราฟแสดงผลความสัมพันธ์ของพลังงานที่รอบการหมุนของเพลาที่ 700 รอบ ช่วงที่กราฟเส้นสีแดงที่อยู่เหนือเส้นสีขาวคือมีการใช้พลังงาน พลังงานส่วนนี้ถูกป้อนไปขับมอเตอร์ ส่วนช่วงที่กราฟเส้นสีแดงอยู่ใต้เส้นสีขาว คือพลังงานที่ถูกสะท้อนกลับมาจากเครื่องยนต์เมื่อเกิดการจุดระเบิด เป็นการRegenerate จากพลังงานกลสะสมในรูปของพลังงานทางกลให้อยู่ในรูปพลังงานไฟฟ้า เพื่อต่อยอดนำพลังงานไฟฟ้าที่ได้นำกลับมาใช้ใหม่ และยังสามารถบอกตำแหน่งลูกสูบได้จาก การขึ้นลงของกราฟ จังหวะที่กราฟมีสถานะเป็น Step up คือจังหวะที่เคลื่อนที่จาก BDC (Bottom Dead Center) ไปยัง TDC (Top Dead Center)เป็นการอัดอากาศและจังหวะที่กราฟเริ่มเปลี่ยนจาก Step up เป็น Step down ที่คงที่ คือการคายไอเสียออก ส่วนจังหวะที่เป็น Step down คือจังหวะที่ลูกสูบเคลื่อนที่จาก TDC (Top Dead Center) ไปยัง BDC (Bottom Dead Center)เป็นจังหวะการระเบิดและจังหวะที่กราฟเริ่มเปลี่ยนจาก Step down เป็น Step up ที่คงที่ คือจังหวะดูดไอดีเข้ากระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปการทดลอง

จากการปฏิบัติงานในครั้งนี้ ในส่วนของการสร้างโครงสร้างนั้น มีข้อผิดพลาดเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มไม่มีประสบการณ์ทางด้านงานช่างมากนัก ทำให้เวลาเชื่อมโครงสร้าง เราไม่สามารถที่จะควบคุมน้ำเหล็กได้ ทำให้เกิดการทะลุและบิดตัวขึ้น ทำให้ระยะความยาวความกว้างและการบิดตัวของแผ่นเหล็กไม่ตรง ตามแบบที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้ต้องเสียเวลาในการแก้ไขนาน เนื่องจากชิ้นส่วนต่างๆเป็นเหล็ก ในส่วนของเซนเซอร์นั้นสามารถวัดความร้อน แสดงความร้อนผ่านเกจวัดความร้อน และส่งค่าไป PLC ได้ปกติไม่มีปัญหา force fan สามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้คือ เมื่ออุณหภูมิ 65 °C force fan จะทำงาน ระบบจุดระเบิดสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ คือจุดระเบิดเมื่อลูกสูบอยู่ในตำแหน่งสูงตายบนตามที่ได้ตั้งไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1 ในการสร้างโครงสร้างนั้น ในขณะทำงานเครื่องมืออุปกรณ์ในการสร้างมีไม่เพียงพอ และในบางอุปกรณ์มีสภาพที่ทำงานได้ไม่เต็ม100%

2 ในการติดตั้งตัวจุดระเบิดนั้นในการตั้งการจุดระเบิดนั้นตั้งให้ไฟอ่อน ควรจะปรับใหม่ให้ไฟแก่ขึ้น

3 สมาชิกในกลุ่มไม่มีประสบการณ์ในเรื่องของความรู้และระบบการทำงานในส่วนของ Mechanical Combustion ภายในเครื่องยนต์

4 ในอนาคตอาจมีการนำไปพัฒนาโดยการใช้ แบตเตอรี่ หรือ ลิเทียมไอออน ในการเก็บประจุ

5 เพลาฝั่ง hall sensor ในอนาคตสามารถนำไปต่อ Generator เพื่อให้ขับพลังได้สองทาง หรือนำไปต่อกับเพลาของเครื่องชนิดเดียวกันไปอื่นหลายๆเครื่อง เพื่อเป็นเพิ่มประสิทธิในเรื่องทอร์กให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] นายสมชาย รุจาคม. “กระบวนการเชื่อมโลหะ .” [Online]. Available :http://www.sstc.ac.th/A.somchai/2.pdf

[2] automechanic“การทำงานของเครื่องยนต์ 4 จังหวะ และ 2 จังหวะ.” [Online]. Available : http://www.tatc.ac.th/external_newsblog.php?links=4453

[3] water-pacific “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องยนต์เบนซิน.” [Online]. Available : http://water-pacific.com/index.php/-e10

[4] dataengine “เครื่องยนต์เบื้องต้น.” [Online]. Available : http://dataengine.wikispaces.com/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%97%E0%B8%B3%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%82%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B8%95%E0%B9%8C%E0%B9%80%E0%B8%9A%E0%B8%99%E0%B8%8B%E0%B8%B4%E0%B8%99

[5] นายเสงี่ยม สุกขี.“เครื่องยนต์เบื้องต้น.” [Online]. Available : http://www.l3nr.org/posts/313746

[6] โสพส จิวานุวงศ.“การเขียนแบบ” [Online]. Available : http://pirun.ku.ac.th/~fengslj/02212211/211matl/ho_intro.pdf

[7]]นายกฤติไกร ไชยลึก.“SolidWorks” [Online]. Available : http://solidworkweb.blogspot.com/2009/08/solidwork.html

[8] ผศ.ดร.นวภัทรา หนูนาค.“**อาร์ทีดี**” [Online]. Available : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/4260/rtd-%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B8%94%E0%B8%B5

[9] รศ.วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร.เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน.ครั้งที่2 กรุงเทพมหานคร.บริษัทวิทยพัฒน์.2555

[10] ดร.เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์,ทวีศักดิ์ ศรีช่วย. SolidWorks 2013 Handbook +CD.ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร.สำนักพิมพ์ส.ส.ท.2556

[11] ประณต กุลประสูตร.ทฤษฎีเครื่องยนต์เบนซิน.ครั้งที่1.กรุงเทพมหานคร.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

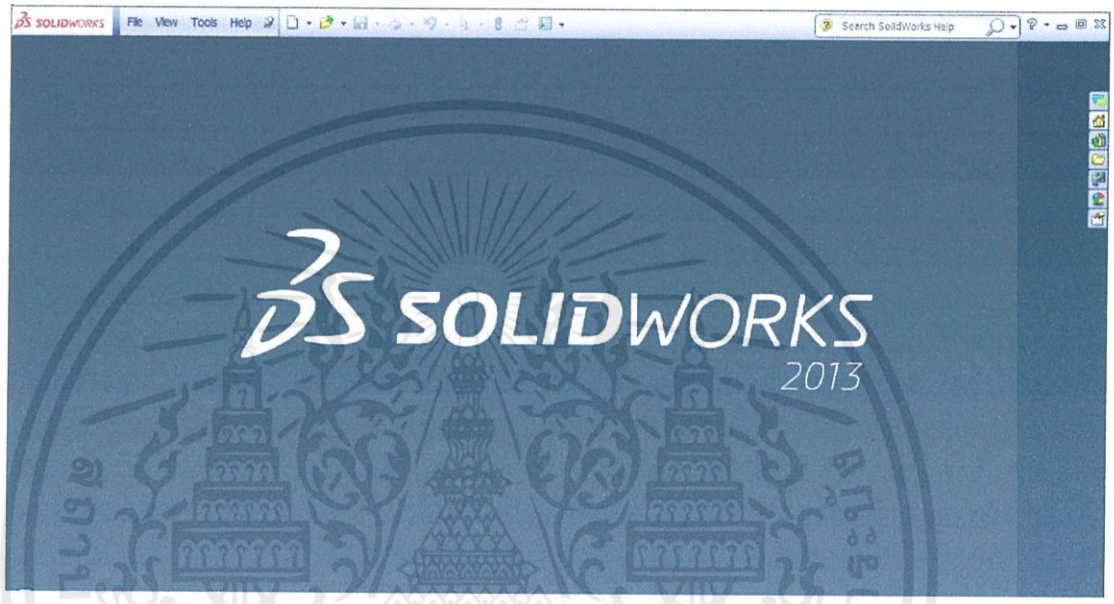
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

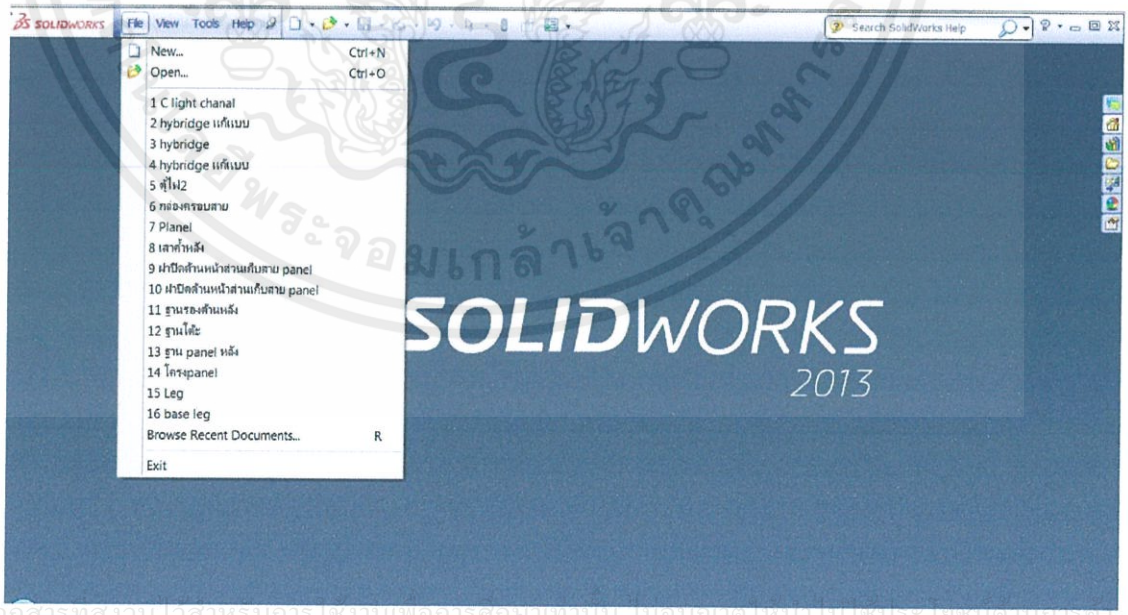
โปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน

วิธีการใช้ Solidworks 2013 เบื้องต้น

เริ่มจากเป็นโปรมแกรมขึ้นมา



คลิก Icon File (New) เพื่อจะสร้างไฟล์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

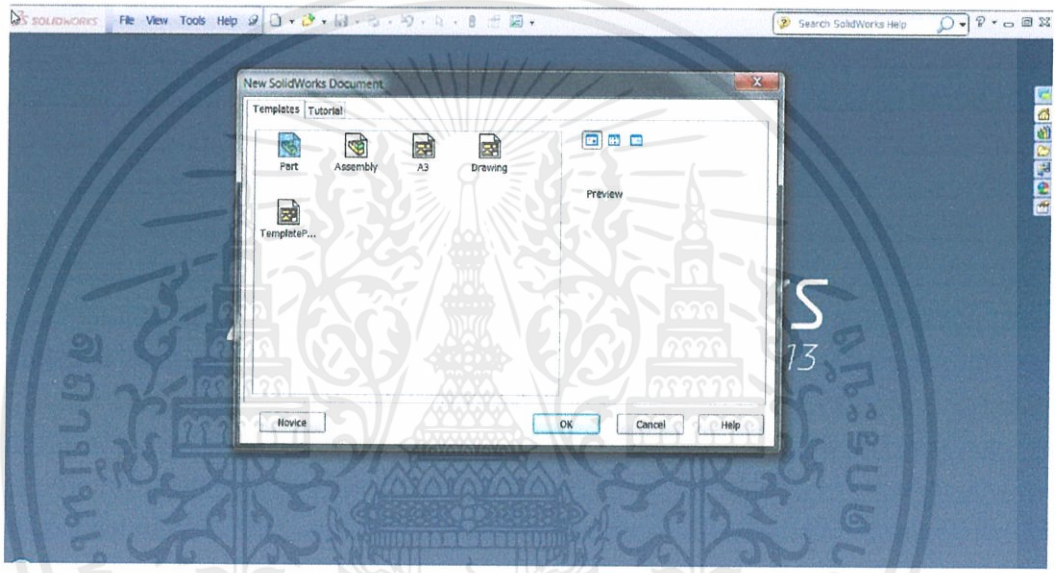
พอเลือก New จะมีรูปแบบการเขียนอยู่ 3 type คือ Part Assembly และ Drawing ซึ่งแต่ละ type จะแตกต่างกัน

Part จะเป็น type ที่ทำการเขียนชิ้นงานขึ้นมาในรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ แต่ไม่สามารถนำ งานหลายๆงานมาต่อกันได้

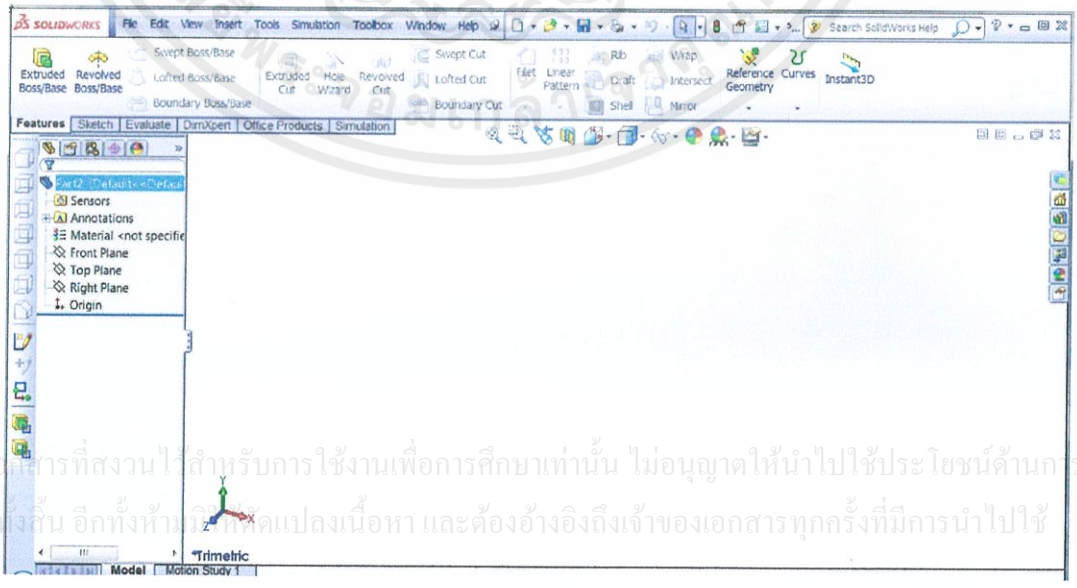
Assembly จะเป็น type ที่นำไฟล์ Part ต่างๆ มาผสมผสานกัน typeนี้ ไม่สามารถวาดรูปได้

Drawing เป็น type ที่เอาไว้เขียนแบบ Drawing ทางวิศวกรรม เพื่อเป็นรูปแบบสากลให้ผู้อื่นเข้าใจ

เราจะเลือก Part type

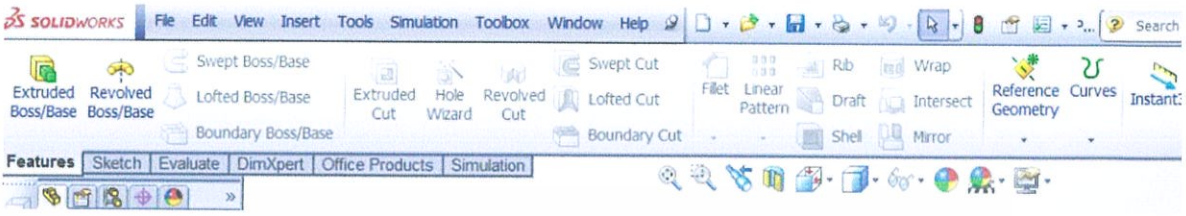


เมื่อเปิดไฟล์ Part ขึ้นมาจะปรากฏ Toolbar ส่วนของพื้นที่วางไว้สำหรับวาดชิ้นงาน และส่วนของ Document File ที่อยู่ทางด้านซ้ายมือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

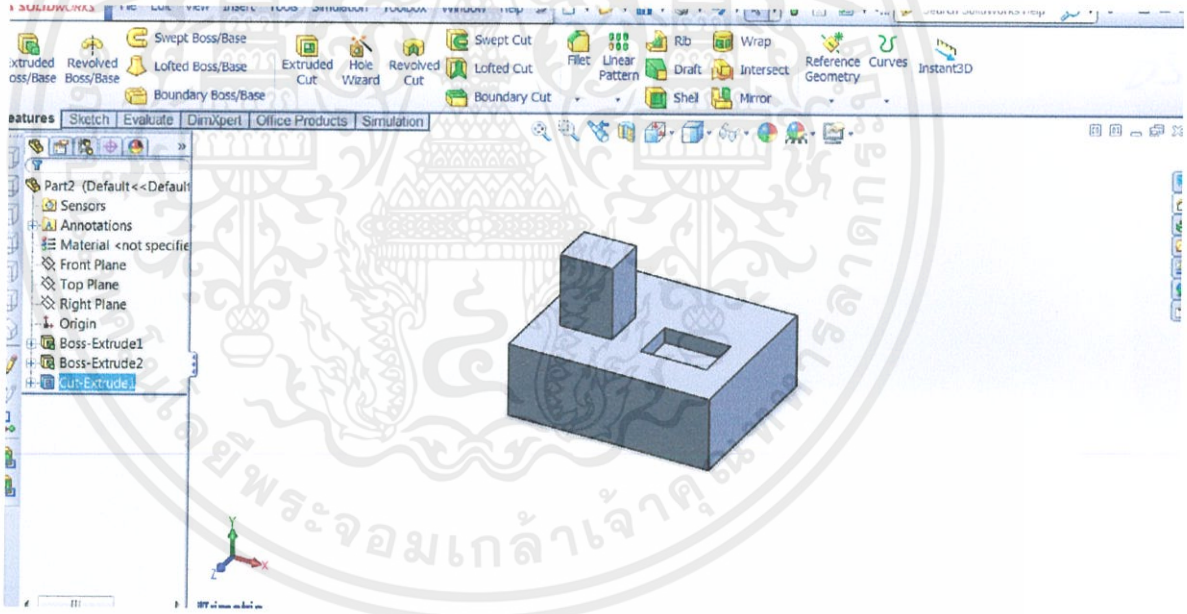
จะมีคำสั่งที่สำคัญๆ ที่ใช้สำหรับสร้างชิ้นงานอยู่ตรงตำแหน่ง Toolbar ด้านบน



เราจะเริ่มจากโหมด Features จะมี Icon ที่เกี่ยวกับการขึ้นรูปชิ้นงานมากมาย เช่น Extruded Base Extruded Cut Hole Wizard Fillet Linear Pattern shell และ ฯลฯ

Extruded Base จะเป็นการยืดพื้นผิวออกมาจากวัตถุ หรือเส้นต่างๆ

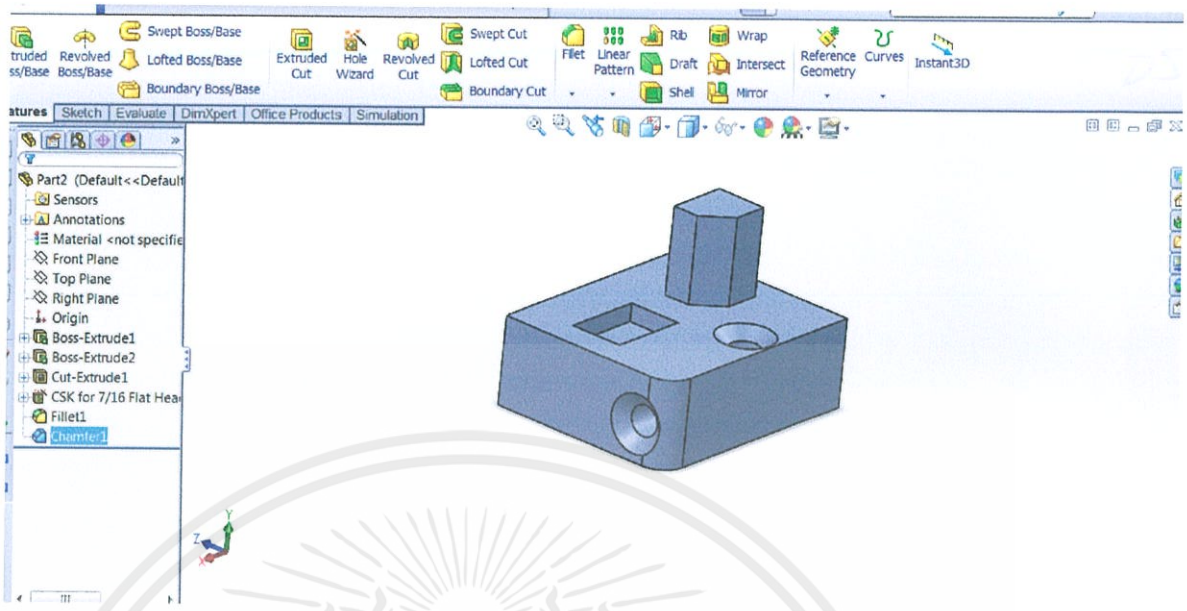
Extruded Cut จะเป็นการลดพื้นที่ผิวเข้าไปในเนื้อวัตถุ แต่ไม่สามารถใช้คำสั่งนี้ได้ก็ต่อเมื่อไม่มีพื้นผิว



Hole Wizard จะเป็นคำสั่ง เจาะรูโดยจะอ้างอิงเป็นรูปแบบชนิดของสูกรต่างๆที่เป็นมาตรฐาน

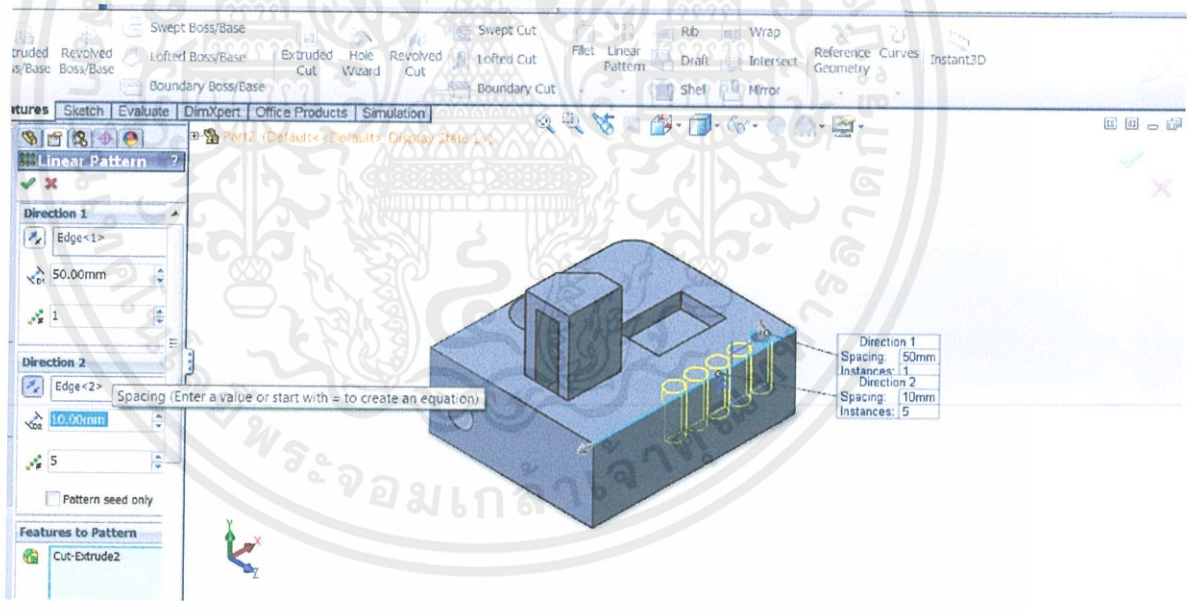
Fillet เป็นคำสั่งลบมุมต่างๆให้เป็นขอบมนหรือเหลี่ยม (Chamfer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



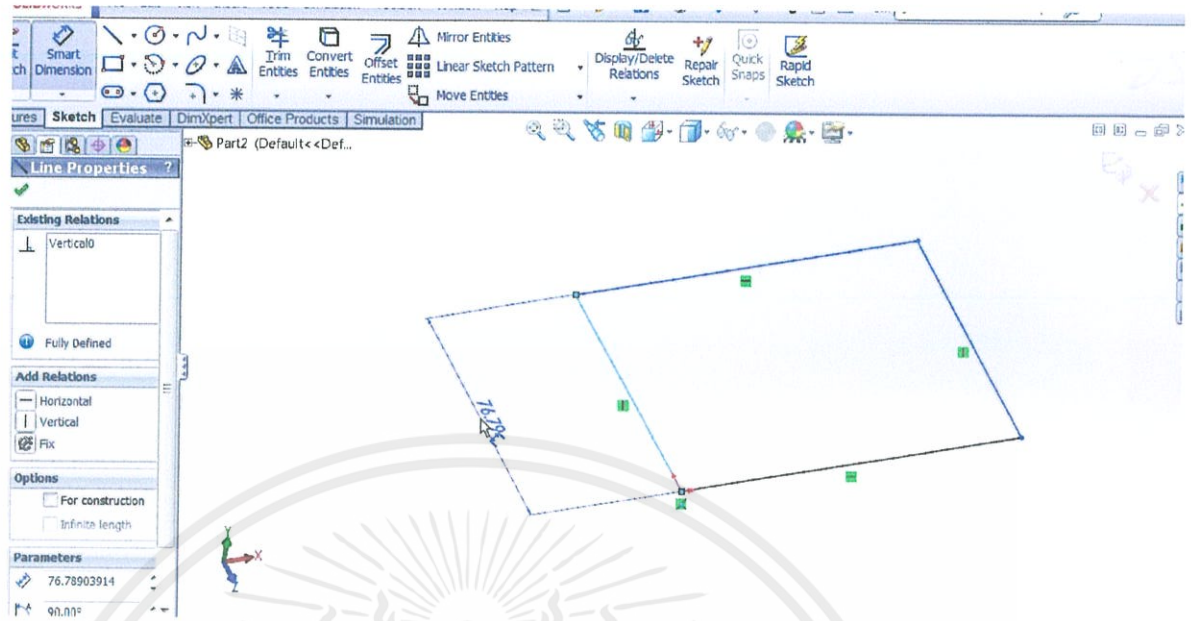
Linear Pattern เป็นคำสั่งสร้างรูปทรงต่างๆ ซ้ำๆกันในแนว 2 มิติ

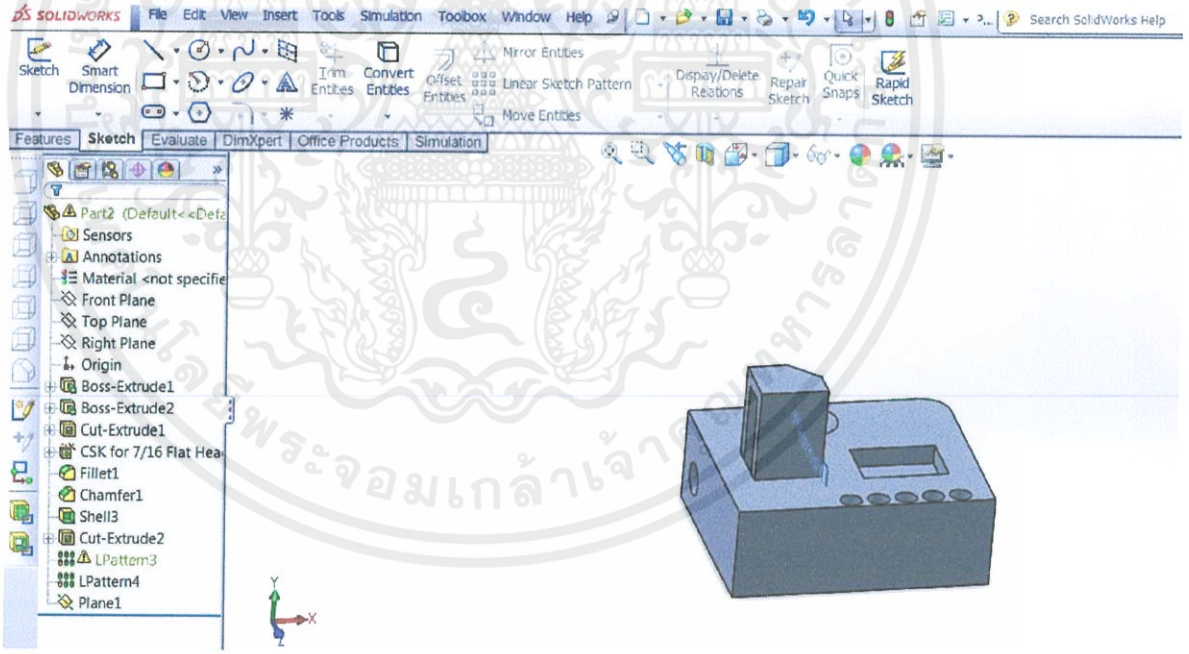
Shell เป็นคำสั่งที่ทำให้ด้านในของวัตถุกลวง



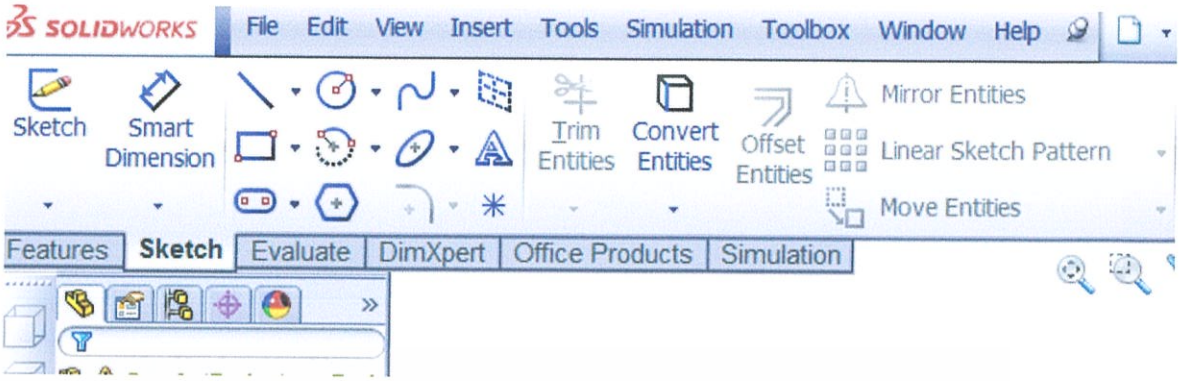
ต่อไปเป็นโหมด Sketch เป็นขั้นตอนแรกในการจะขึ้นรูปชิ้นงานแต่จะต้องเลือก Plane การวาดชิ้นงาน Plane เป็นสิ่งสำคัญมาก จะลายเส้นแบบต่างๆให้เลือกใช้มากมาย รวมถึงการสร้างลายเส้นให้ซ้ำๆกัน และจะใช้ Smart Dimension ในการกำหนดขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

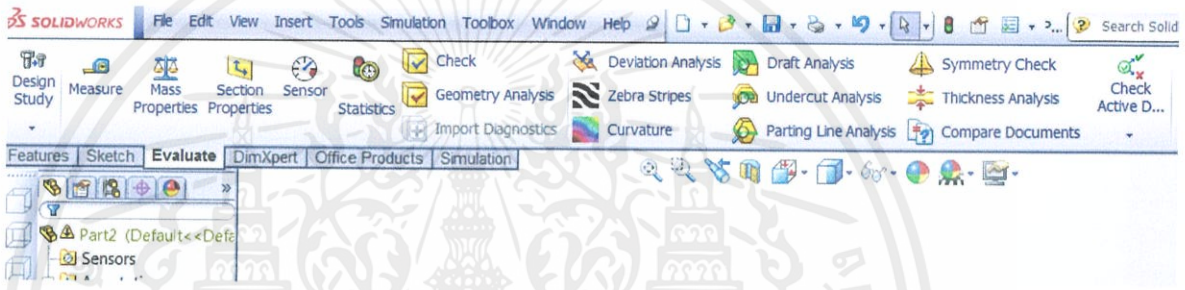




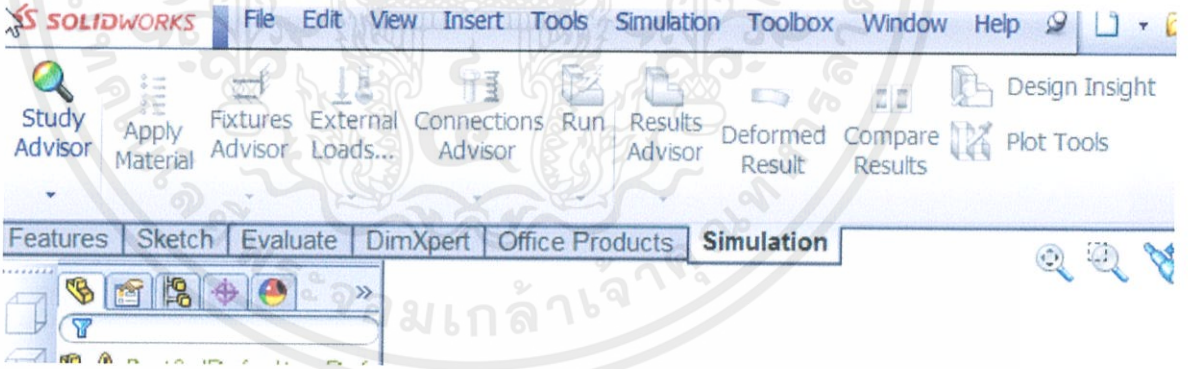
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



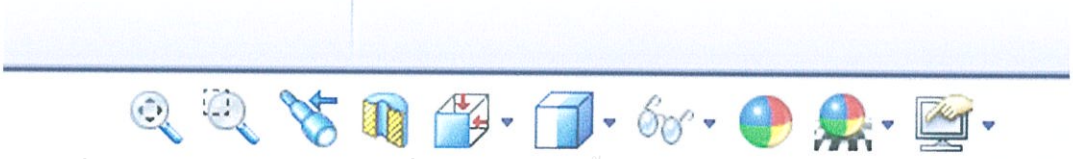
โหมด Evaluate เกี่ยวกับการตรวจสอบสภาพต่างๆสถานะต่างๆของชิ้นงาน น้ำหนัก ความยาว องศา เป็นต้น



โหมด Simulation จะเกี่ยวกับการ Simulate ให้เกิดภาพเคลื่อนไหว ทดสอบปรากฏการณ์ต่างๆที่มีผลมาจากแรง คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ขึ้นรูปชิ้นงาน

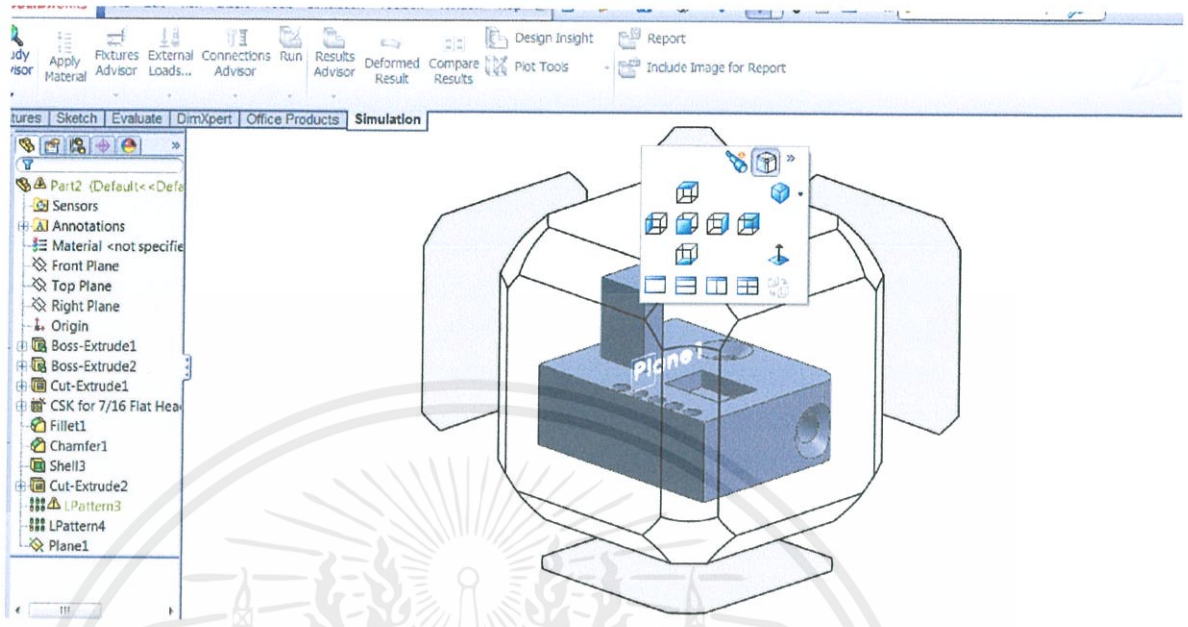


มี Toolbar การปรับมุมมองต่างๆของวัตถุ เพื่อให้สะดวกต่อการวาดชิ้นงาน

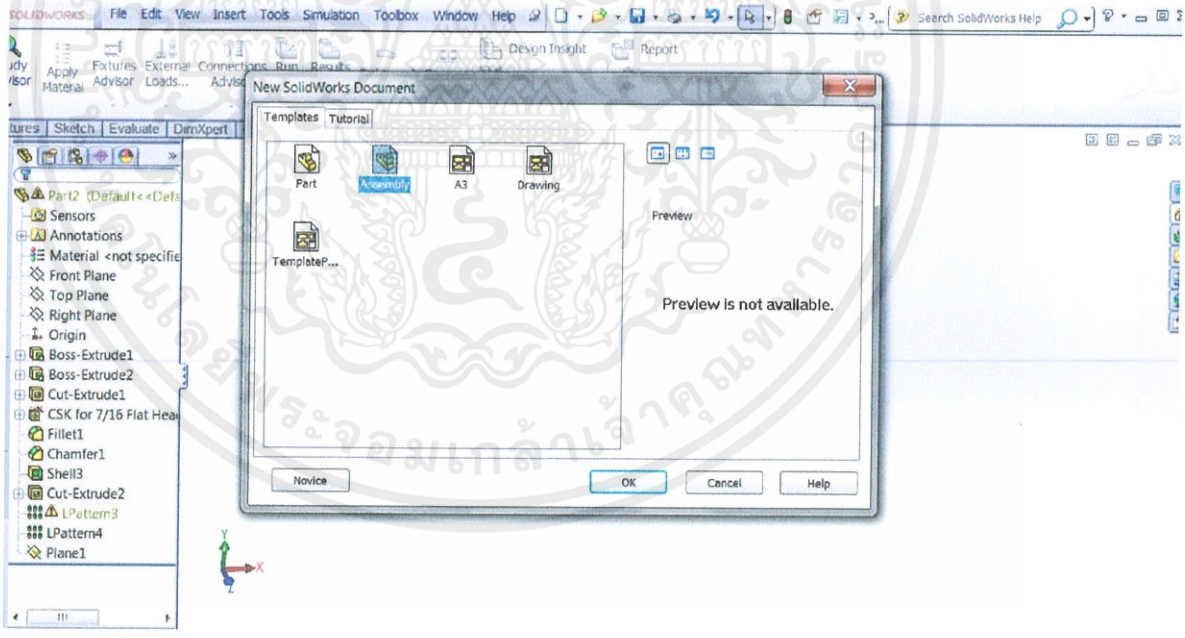


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

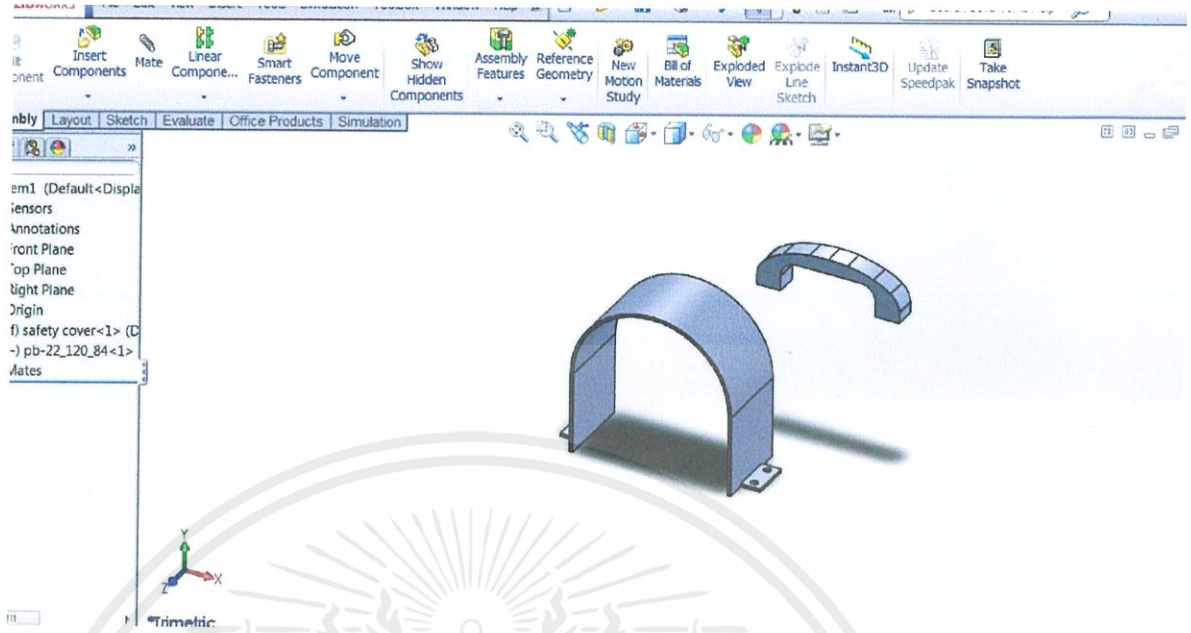
0



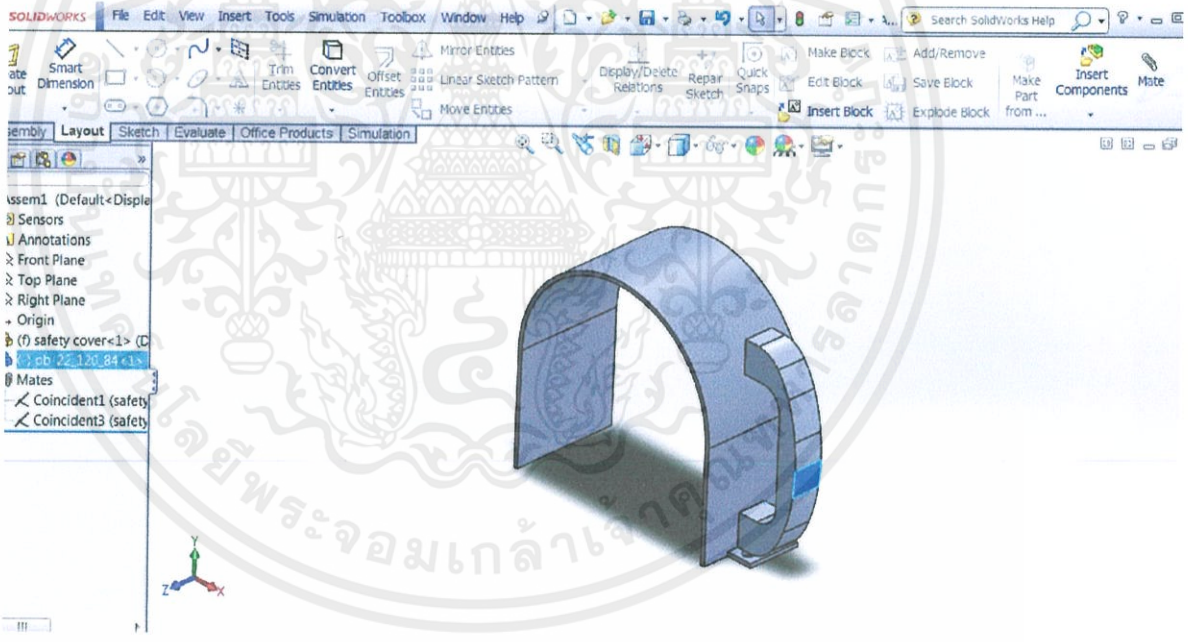
ต่อไปจะเป็น Assembly type จะเป็นการนำเอา Part ต่างๆมาเชื่อมติดกันให้เป็นรูปชิ้นงานที่ซับซ้อนขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

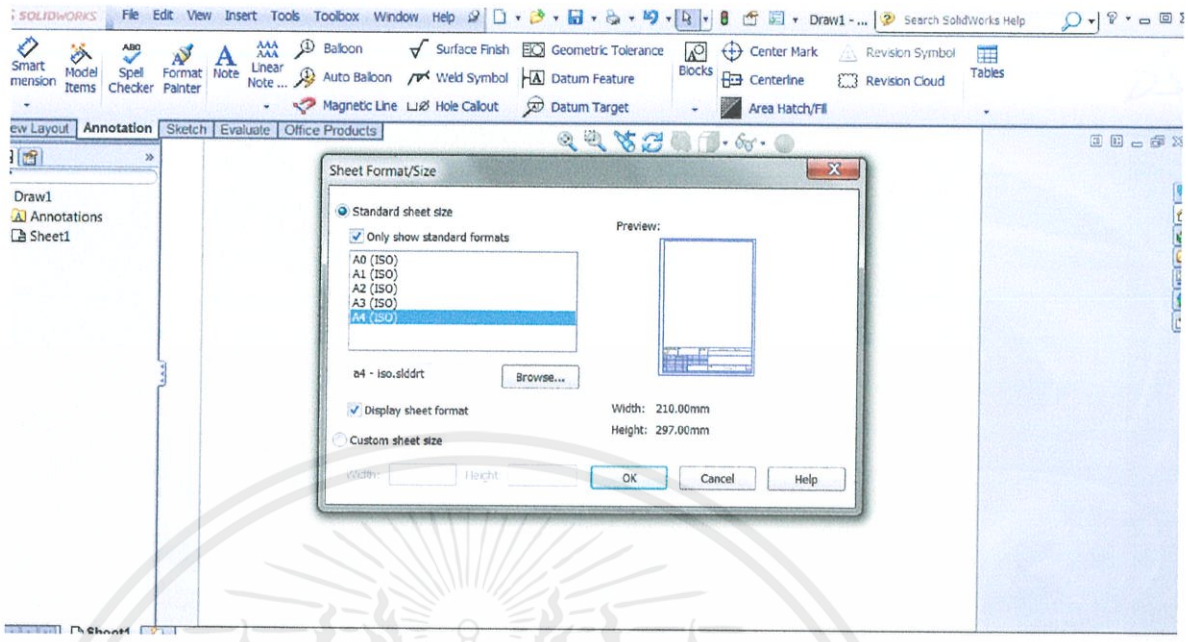


ต่อไปจะทำการเชื่อมต่อชิ้นงานกันโดยใช้คำสั่ง Mate

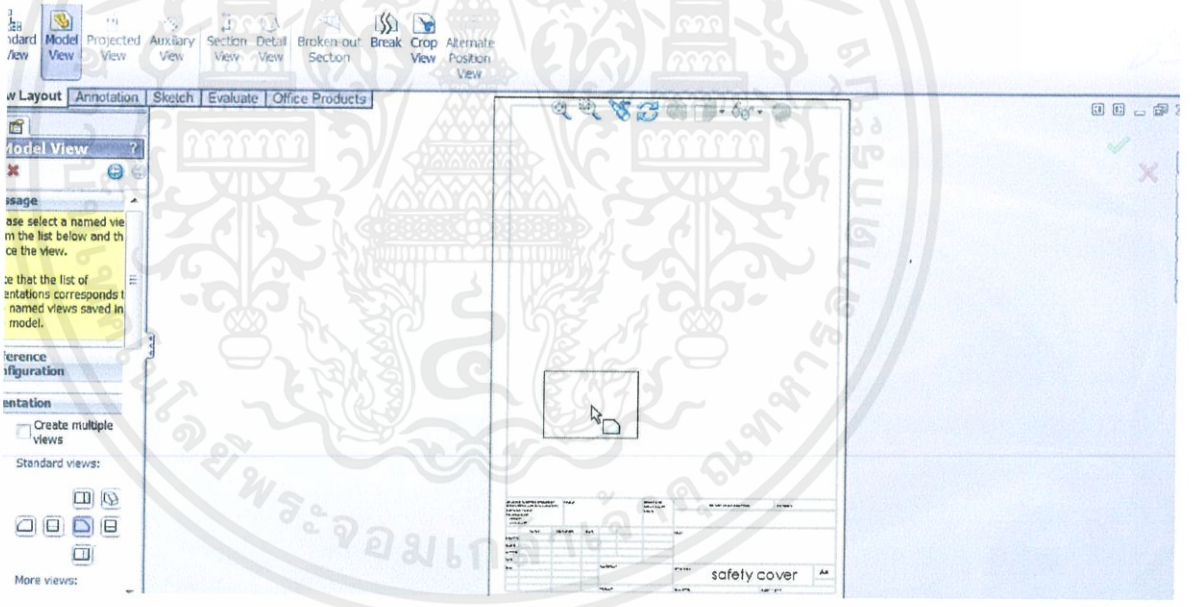


จากนั้นเราจะมาวาด Drawing จากชิ้นงานที่เราได้สร้างขึ้น จะต้องทำการเลือกขนาดกระดาษที่เราจะ Drawing ลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

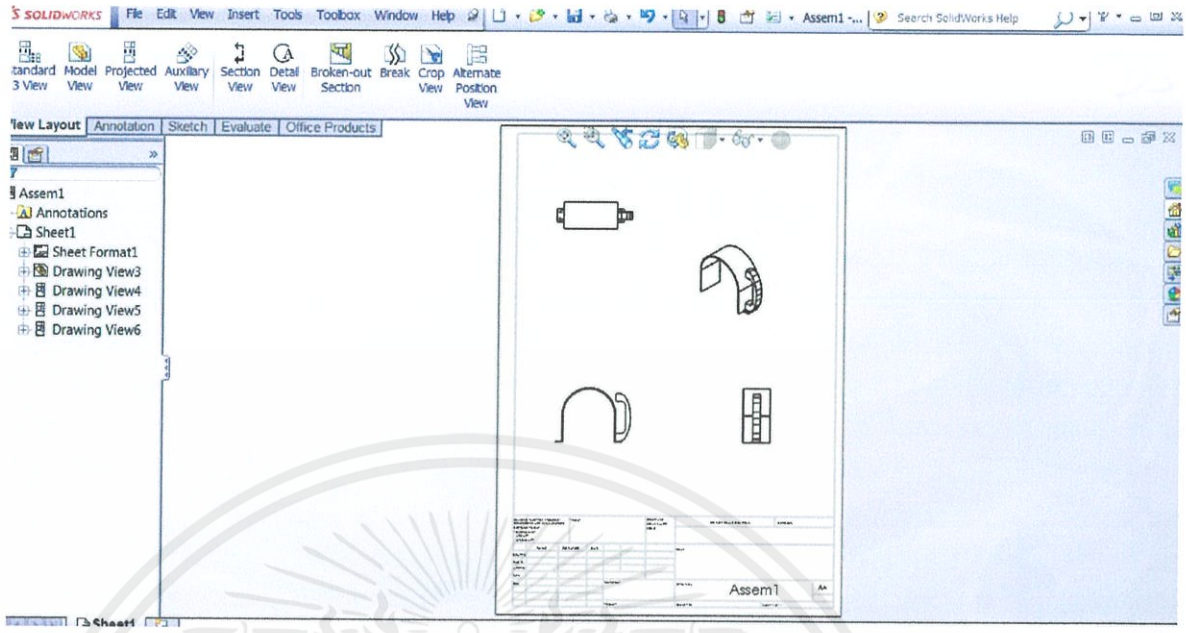


จากนั้น ทำการคลิ๊กที่ Toolbar Model view แล้วเลือก Assem1 คืองานที่เราได้ Mate ไว้

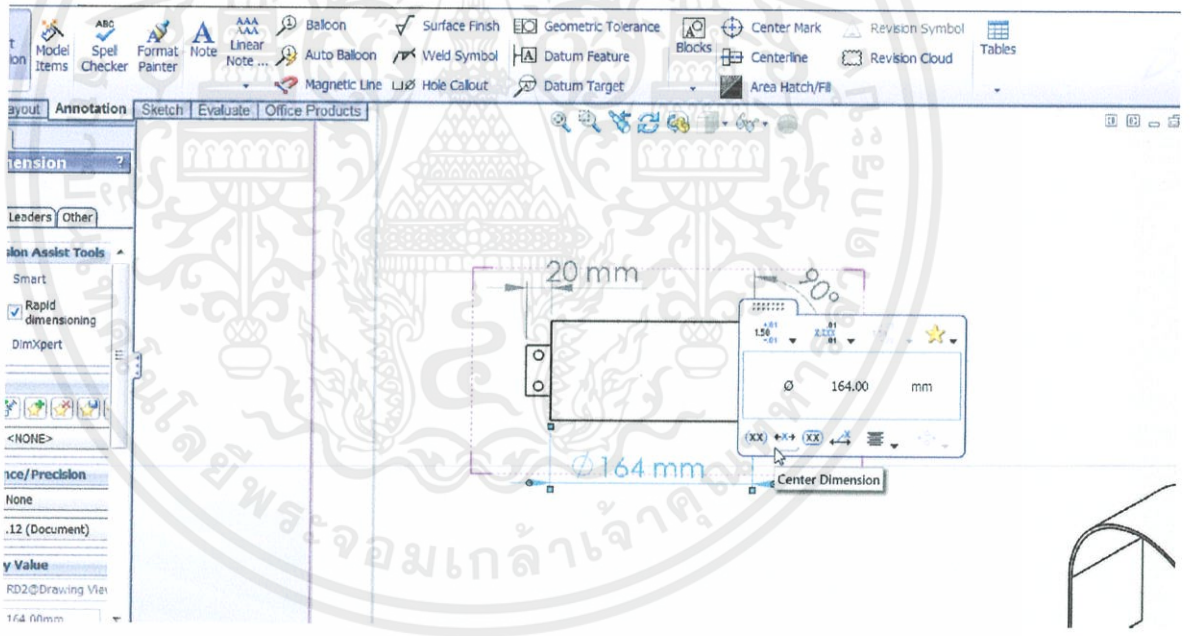


จากนั้นเราก็วาด Projected view เป็นภาพฉาย 3 ด้าน

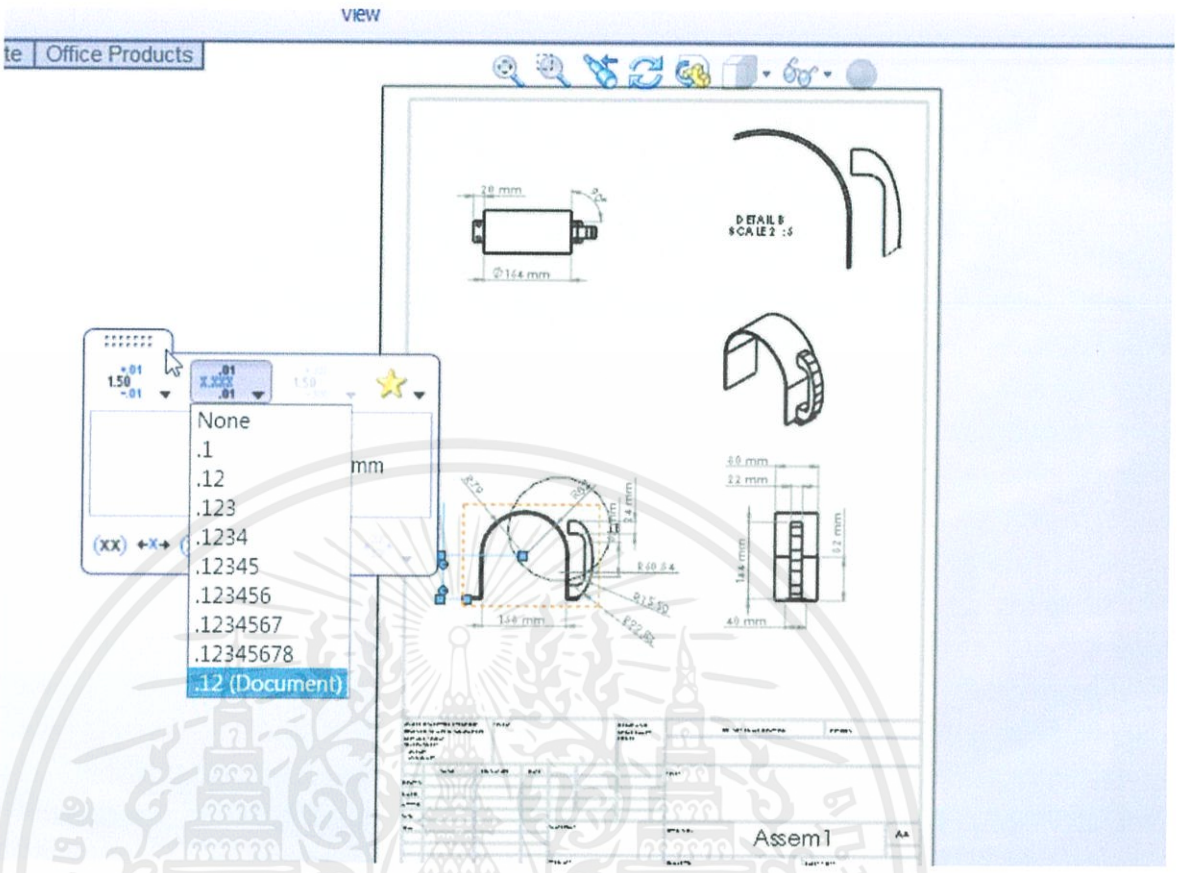
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากนั้นก็ใช้คำสั่ง Smart Dimension วัดขนาด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้