บทนี้เนื้อหาจะต่อเนื่องกับบทที่ 1 คือ เป็นเป็นการออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ ด้วยวิธีที่ได้เคยแสดงเป็นพื้นฐานแล้วในบทที่ 1 แต่ชิ้นส่วนที่นำมาแสดงวิธีการออกแบบในบทนี้จะมีความซับซ้อนและลำดับขั้นตอนเพิ่มมากขึ้นโดยตัวอย่างที่นำมาแสดงได้นำตัวอย่างชิ้นส่วนจริงเพื่อให้ผู้อ่านสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับลักษณะชิ้นส่วนได้ ซึ่งในแต่ละหัวข้อย่อยผู้เขียนได้สอดแทรกคำสั่งใหม่ๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ผู้อ่านได้เพิ่มพูนคำสั่งใหม่ภายในโปรแกรมให้ได้มากที่สุดเพื่อให้เพียงพอกับการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบทางวิศวกรรมและผู้เขียนได้จัดทำวีดิโอภาพเคลื่อนไหวสำหรับเพิ่มช่องทางให้สะดวกมาขึ้นสำหรับฝึกปฏิบัติโดยสามารถเข้าถึงได้ที่ www.engineeringksu.com ซึ่งได้แยกไว้ตามแต่ละหัวข้อ ขอให้ผู้อ่านใช้วีดิโอภาพเคลื่อนไหวร่วมกับหนังสือเล่มนี้จะทำให้การศึกษาเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น

แนวความคิดการออกแบบบทเรียนผู้เขียนได้บูรณาการแนวความคิดจากหนังสืออิเลคทรอนิคส์คู่มือการใช้โปรแกรม SolidWorks V.2017 ซึ่งหากผู้อ่านต้องการศึกษาเพิ่มเติมสามารถค้นคว้าได้จาก Tutorial ที่มาพร้อมโปรแกรม แต่ตัวอย่างชิ้นส่วนต่างๆที่นำมาประกอบในบทเรียนบางส่วนได้จากการที่ผู้เขียนใช้โปรแกรม SolidWorks ช่วยในการออกแบบตัวเครื่องจักรในงานวิจัยของ จังหวัด เจริญสุข และอนุวัช แสนพงษ์ (2560)

2.1 หลักการเลือกและเขียน Part 3 มิติโดยวิธี Extruded Boss/Base

ชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับวิธี Extruded Boss/Base ควรเป็นชิ้นส่วนที่มีลักษณะสมมาตรตลอดความลึกด้านใดด้านหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการแบ่งลำดับขั้นตอนในการขึ้นรูปแต่ละส่วน การแบ่งลำดับขั้นตอนการขึ้นรูปมีความสำคัญมากเนื่องจากจะส่งผลต่อเวลาในการออกแบบ

ชิ้นส่วนนั้น หากมีการแบ่งลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องก็จะส่งผลให้ใช้เวลาในการออกแบบชิ้นส่วนนั้นสั้นลง แต่อย่างไรก็ตามการแบ่งลำดับขั้นตอนนั้นขึ้นกับประสบการณ์และความชำนาญของแต่ละบุคคลไป

2.2.1 หลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธี Extruded Boss/Base

หลักในการเลือก Part ที่เหมาะสมคือการพิจารณารูปทรงชิ้นส่วนที่มีลักษณะสมมาตรตลอดความลึกด้านใดด้านหนึ่ง ดังแสดงในรูปจะเห็นว่า ชิ้นส่วนจะมีรูปทรงสมมาตรตลอดความลึก

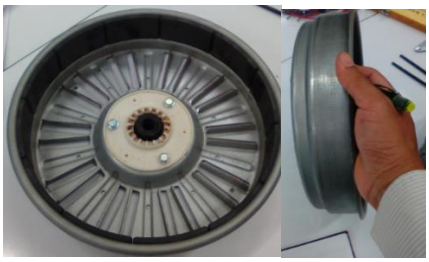
(ก) ไดชาร์ทรถยนต์ (ข) เครื่องปั่นไฟฟ้าแบบใช้น้ำมัน (ค) มอเตอร์เครื่องซักผ้า

รูปที่ 2.1 เครื่องผลิตไฟฟ้า
ที่มา : www.jojothai.com, 2015

2.1.2 การแบ่งขั้นตอนสำหรับวิธี Extruded Boss/Base

หลักในการออกแบบนั้นจะต้องพิจารณาถึงวัตถุประสงค์หลักอยู่ 2 ประการดังนี้ คือ 1.ออกแบบโดยไม่นำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ 2.ออกแบบโดยนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ หากต้องการออกแบบเพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์สิ่งที่สำคัญสุดคือขนาดของชิ้นส่วนจะต้องมีความถูกต้องตามขนาดของชิ้นส่วนจริง แต่หากไม่ต้องการนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ขนาดของชิ้นส่วนบางส่วนที่เราไม่พิจารณาให้ความสำคัญมากนักก็สามารถละเว้นไว้ได้เพื่อให้เกิดความรวดเร็วในการออกแบบ ในตัวอย่างนี้จะได้แสดงการออกแบบในส่วนสเตเตอร์ Generator

(ก) มอเตอร์เครื่องซักผ้า



(ข) สเตเตอร์ของมอเตอร์

รูปที่ 2.2 มอเตอร์เครื่องซักผ้าที่นำมาทำ Generator

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2017

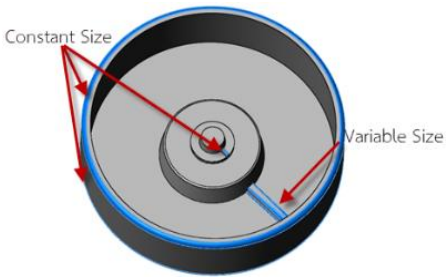
จากรูปที่ 2.2 (ข) สามารถแบ่งแยกขั้นตอนได้หลายวิธีซึ่งขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ออกแบบแต่ละคน สำหรับผู้เขียนสามารถแบ่งแยกขั้นตอนการออกแบบเป็น 4 ขั้นตอนหลักได้ดังนี้

1. ส่วนที่เป็นทรงตันทั้งหมดสามารถใช้คำสั่ง Extruded Boss/Base ขึ้นรูปชิ้นส่วนให้เสร็จตามลำดับ ซึ่งจะแยกออกเป็น 8 ขั้นตอนย่อยดังจะได้แสดงในหัวข้อต่อไป

รูปที่ 2.3 การขึ้นรูปทรงตันด้วย Extruded Boss/Base

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2017

2. ทำส่วนโค้งมนด้วย Fillet ขั้นตอนนี้เป็นการทำส่วนโค้งแบบค่ามุมโค้งเท่ากันตลอด (Constant Size Fillet) และการทำส่วนโค้งแบบเปลี่ยนแปลงขนาดส่วนโค้ง (Variable Size Fillet)



รูปที่ 2.4 การทำส่วนโค้งมนด้วย Fillet

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2017

3. เจาะรูด้วย Hold Wizard ขั้นตอนนี้เหมาะสำหรับรูเจาะที่ต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์จับยึด (Fastener) ต่อไปเมื่อนำชิ้นส่วนไปประกอบเข้าด้วยกัน (Assembly)

รูปที่ 2.5 การเจาะรูด้วย Hold Wizard

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2017

4. คัดลอกรูปทรงที่คล้ายกันด้วย Circular Pattern ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้าย เนื่องจากรูปทรงต่างๆที่ใช้เป็นต้นแบบได้ถูกสร้างเสร็จแล้ว ดังนั้นจึงสามารถคัดลองรูปทรงต้นแบบได้เลยทำให้ประหยัดเวลามากในการออกแบบ

รูปที่ 2.6 การคัดลอกรูปทรงที่เหมือนกันด้วย Circular Pattern

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2017

2.2 ขั้นตอนเขียน Part 3 มิติโดยวิธี Extruded Boss/Base

ส่วนนี้เป็นการแสดงวิธีการออกแบบตามขั้นตอนที่ได้แบ่งไว้แล้ว 4 ขั้นตอนโดยในแต่ละขั้นตอนนั้นผู้เขียนได้ทรอดแทรกเทคนิคและคำสั่งใหม่เพิ่มเติมอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วย การ Extruded แบบมุมเอียง (Draft Angle) การคัดลอก Sketch ด้วยคำสั่ง Offset Entities การสร้างเส้นร่างด้วยคำสั่ง Centerline การสร้าง Sketch จากเส้นขอบพื้นผิวที่ได้สร้างไว้แล้วด้วยคำสั่ง Convert Entities การตัด Sketch ที่ไม่ต้องการด้วยคำสั่ง Trim Entities การขยายภาพเฉพาะส่วนด้วยคำสั่ง

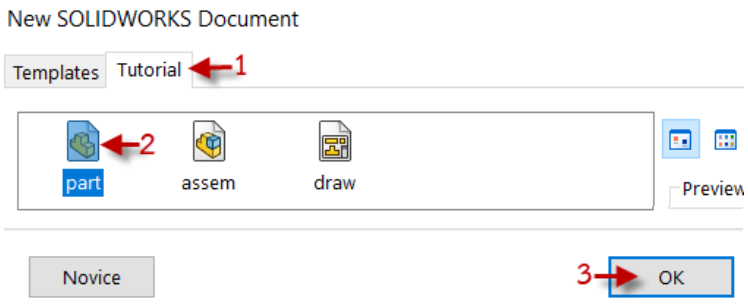
Zoom to Area การทำส่วนโค้งมนแบบคงที่ Constant Size Fillet การทำส่วนโค้งมนแบบแปรผัน Variable Size Fillet การเจาะรูด้วยคำสั่ง Hole Wizard ในส่วนคำสั่งที่ผู้อ่านเคยผ่านมาแล้วในบทที่ 1 ได้แก่ การคัดลอกแบบทรงกลม Circular Pattern จะถูกนำมาใช้งานในส่วนนี้อีกครั้ง โดยตัวเลขที่ใช้ในการกำหนดขนาดได้จากการออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ซึ่งต้องศึกษาในวิชาการออกแบบเครื่องจักรกล

2.2.1 การขึ้นรูปทรงตันด้วย Extruded Boss/Base

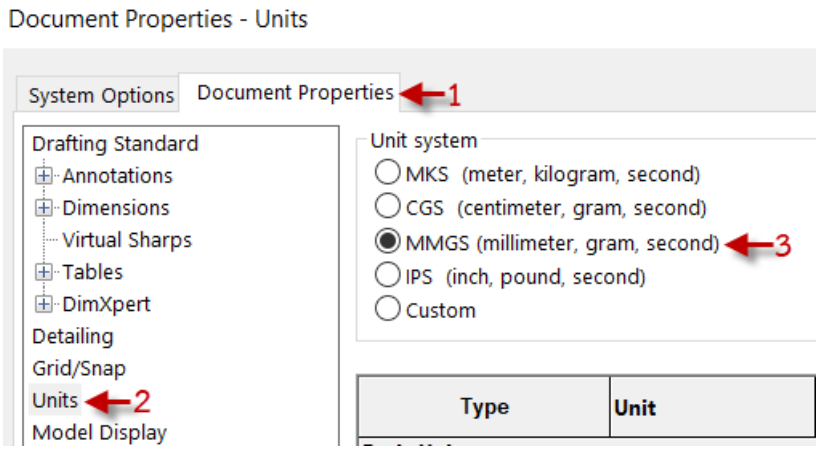
ขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มต้นตามขั้นตอนส่วนที่ 1 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.3 โดยผู้อ่านจะได้ศึกษาการใช้คำสั่งเพิ่มเติมดังนี้ การ Extruded แบบมุมเอียง (Draft Angle) การคัดลอก Sketch ด้วยคำสั่ง Offset Entities การสร้างเส้นร่างด้วยคำสั่ง Centerline การสร้าง Sketch จากเส้นขอบพื้นผิวที่ได้สร้างไว้แล้วด้วยคำสั่ง Convert Entities การตัด Sketch ที่ไม่ต้องการด้วยคำสั่ง Trim Entities และการขยายภาพเฉพาะส่วนด้วยคำสั่ง Zoom to Area ผู้อ่านสามารถศึกษาตัวอย่างนี้แบบคลิปวีดิโอภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับหนังสือได้ที่ www.engineeringksu.com/สื่อการสอน/SolidWorks/บทที่2การออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ (Part)/การออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Extruded Boss/Base

การสร้างทรงตันบน Top plane

1. เรียกคำสั่ง New (Standard tool bar) จะปรากฏหน้าต่าง New SolidWorks document คลิกที่ Advance มุมซ้ายล้างหน้าต่างจะถูกเปลี่ยนเป็นหน้าต่างใหม่ให้ทำดั้งนี้ (1) คลิกที่ Tutorial (2) คลิกที่ part (3) คลิกที่ OK



2. กำหนดระบบหน่วยโดยคลิกที่ Options (Standard tool bar) (1) คลิกที่ Document properties (2) คลิกที่ Units (3)เลือกระบบหน่วยเป็น MMGS (millimeter, gram, second)



ข้อสังเกต

จะเห็นได้ว่าในส่วนการฝึกปฏิบัติการออกแบบผ่านโปรแกรมผู้เขียนไม่ได้ใส่หมายเลขรูปและคำอธิบายกำกับไว้ ดังนั้นขอให้ผู้อ่านเข้าใจได้ว่ารูปที่อยู่ส่วนล่างของคำอธิบายจะหมายถึงรูปที่ใช้ประกอบคำอธิบายแต่ละขั้นตอนนั่นเอง

3. เลือกที่ Top plane

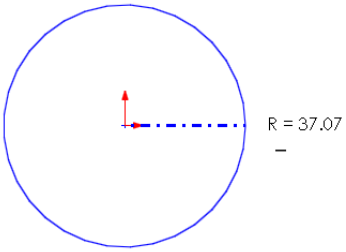
(Feature Manager Design Tree)

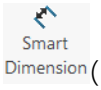
4. เรียกคำสั่ง

(Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Top plane

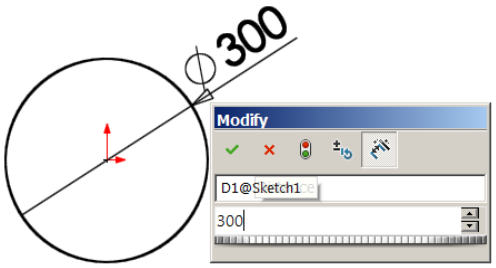
5. เรียกคำสั่ง

(Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม เลื่อนเมาส์ไปทางด้านขวาเพื่อกำหนดรัศมีประมาณ 37



6. เรียกคำสั่ง 

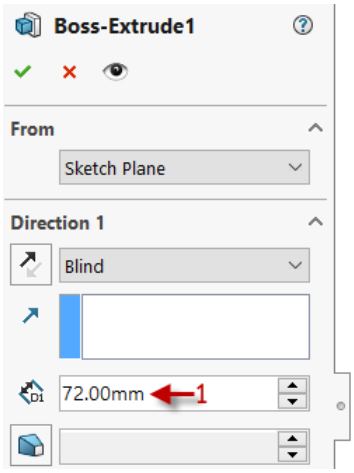
(Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 300

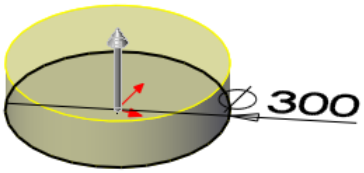


7. คลิก

(Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property manager ของ Extrude Boss/Base ที่ด้านซ้ายแทนที่ Feature Manager Design Tree (1) ใส่ค่า 72 ในช่อง

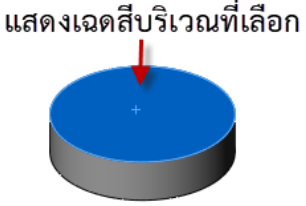
Depth และคลิกที่





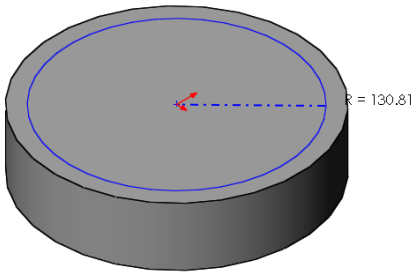
การตัดทรงตันจากการกำหนดพื้นผิว

1. เลือกที่ผิวด้านบนจะแสดงเฉดสีบริเวณที่เลือก

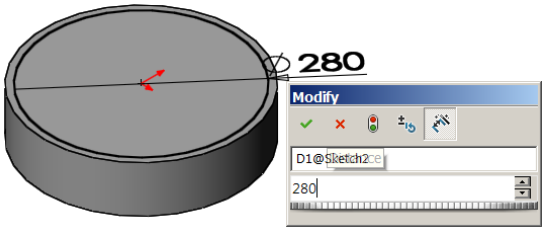


2. เรียกคำสั่ง Extruded Cut (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดบริเวณผิวที่เลือก

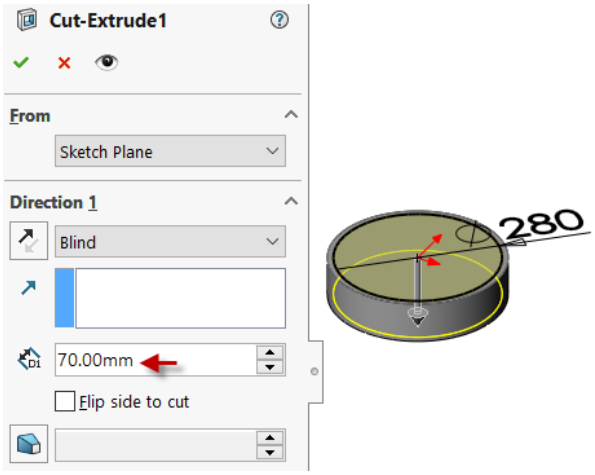
3. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch Tool bar) ใช้จุด Origin เป็นจุดศูนย์กลางวงกลมและเขียนวงกลมโดยประมาณค่ารัศมี 130



4. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมและใส่ค่า 280 ในกล่องรับค่า

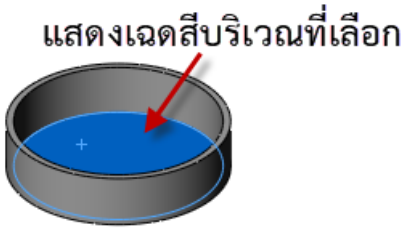


5. คลิก Exit Sketch (Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property Manager ของ Extrude Cut ที่ด้านซ้าย(1) ใส่ค่า 70 ในช่อง D1 Depth และคลิกที่ ✔



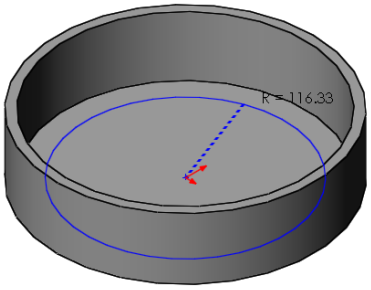
การสร้างทรงตันส่วนกลาง

1. เลือกที่ผิวด้านล่างจะแสดงเฉดสี

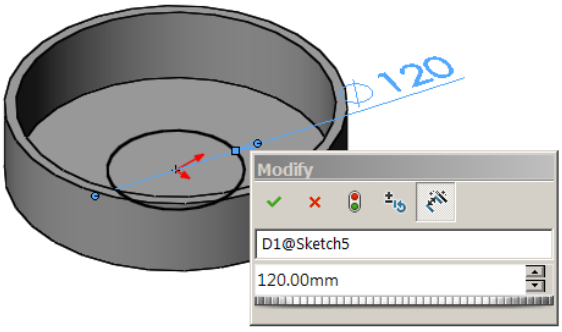


2. เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ผิวที่เลือกไว้

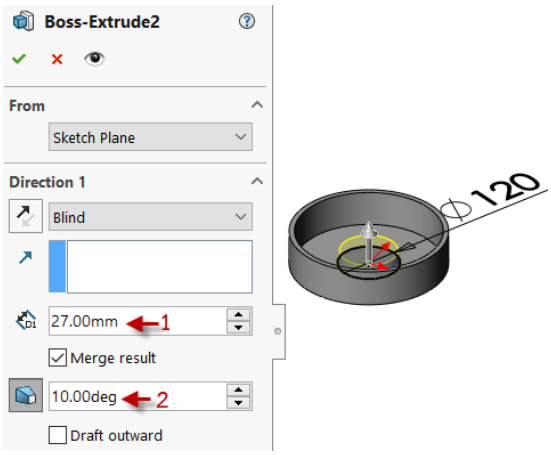
3. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลมเขียนวงกลมโดยการประมาณค่ารัศมี 116



4. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 120

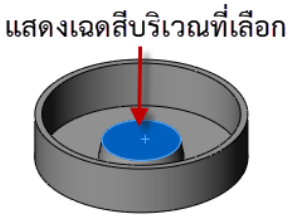


5. คลิก Exit Sketch (Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property manager ของ Extrude Boss/Base ที่ด้านซ้ายแทนที่ Feature Manager Design Tree (1) ใส่ค่า 27 ในช่อง D1 Depth (2) ใส่ค่า 10 ในช่อง Draft Angle คลิกที่ ✔



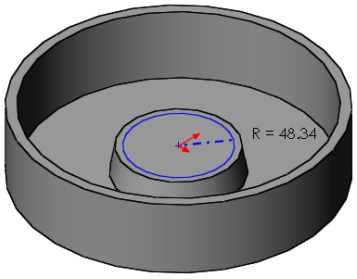
การสร้างทรงตันจากผิวทรงตันกลาง

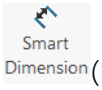
1. เลือกที่ผิวด้านบนจะแสดงเฉดสี



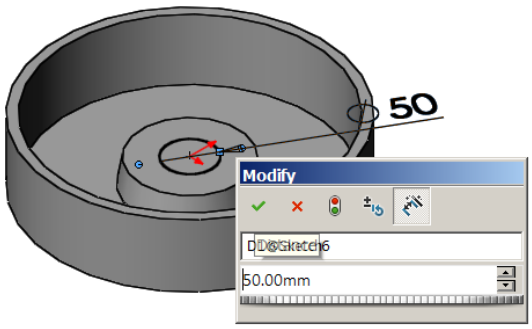
2. เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ผิวที่เลือกไว้

3. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลมเขียนวงกลมโดยการประมาณค่ารัศมี 48



4. เรียกคำสั่ง 

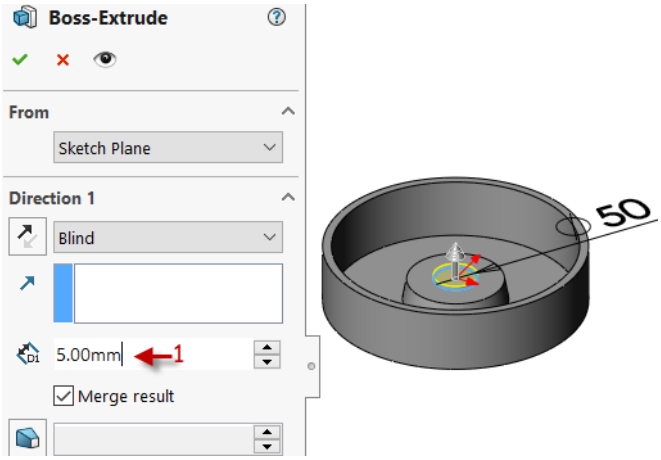
(Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 50



5. คลิก

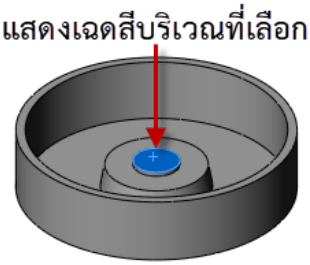
(Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property manager ของ Extrude Boss/Base ที่ด้านซ้าย (1) ใส่ค่า 5 ในช่อง

Depth คลิกที่



การสร้างทรงตันส่วนบน

1. เลือกที่ผิวด้านบนจะแสดงเฉดสี



2. เรียกคำสั่ง

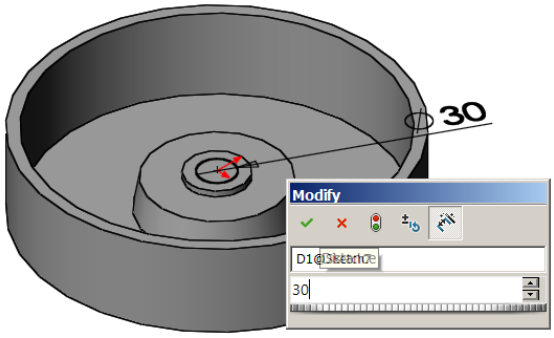
(Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ผิวที่เลือกไว้

3. เรียกคำสั่ง

(Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม เขียนวงกลมโดยการประมาณค่ารัศมี 30

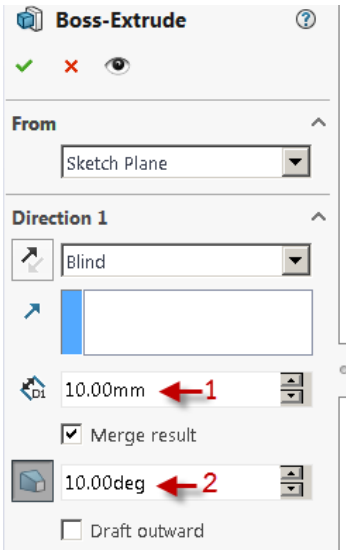
4. เรียกคำสั่ง

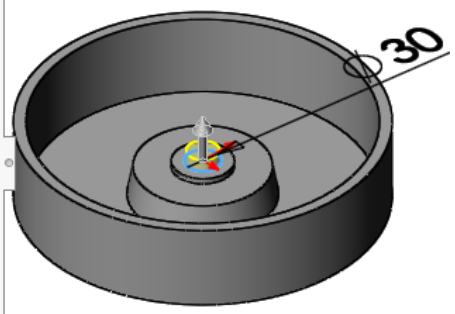
(Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 30



5. คลิก

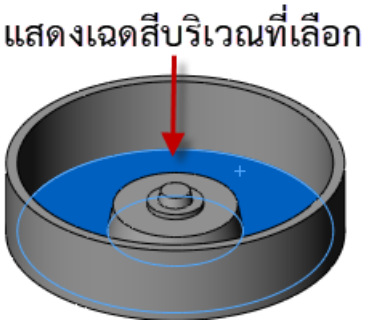
(Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property manager ของ Extrude Boss/Base ที่ด้านซ้าย(1) ใส่ค่า 10 ในช่อง Depth (2) ใส่ค่า 10 ในช่อง Draft Angle คลิกที่





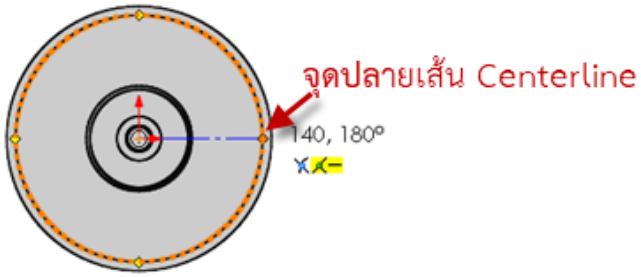
การสร้างทรงตันสำหรับคัดลอกแบบ Circular ส่วนที่ 1

1. เลือกที่ผิวด้านล่างจะแสดงเฉดสี

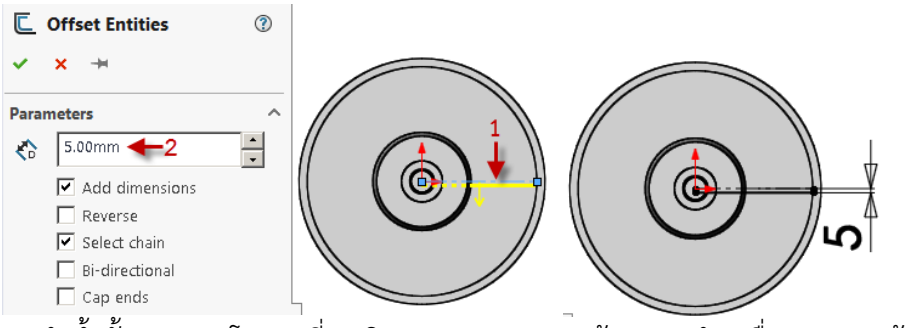


2. เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ผิวที่เลือกไว้ปรับภาพเป็น Top view (View Tool bar)

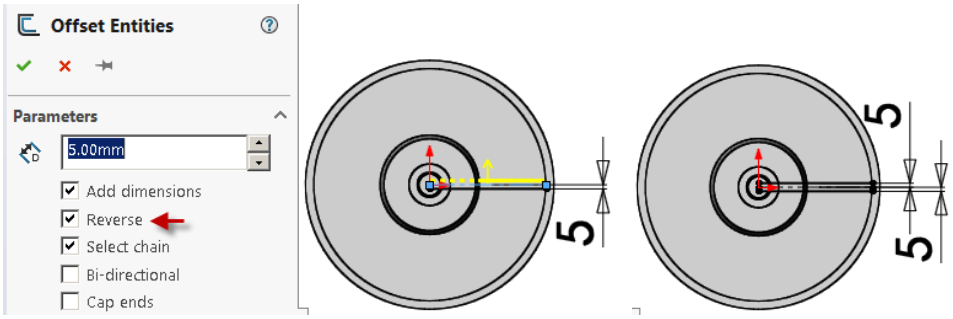
3. เรียกคำสั่ง Centerline (Sketch tool bar) คลิกที่จุด Origin เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นเขียนเส้นไปทางด้านขวาโดยให้ถึงขอบวงกลมด้านในของชิ้นส่วน



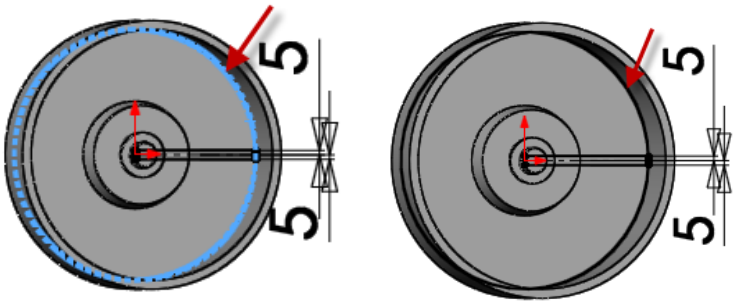
4. เรียกคำสั่ง Offset Entities (Sketch tool bar) (1) คลิกเส้น Center line (2) ใส่ค่า 5 ในช่อง Offset Distant สามารถเปลี่ยนทิศทางการ offset โดยทำเครื่องหมายหน้า Reverse



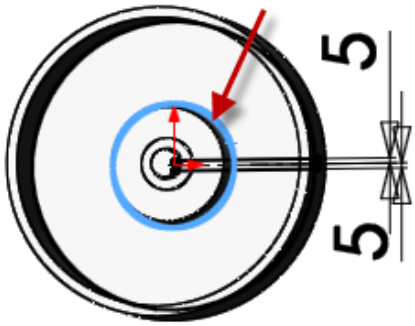
5. ทำซ้ำขั้นตอน 4 โดยเปลี่ยนทิศทางการ Offset ด้วยการทำเครื่องหมายหน้า Revers



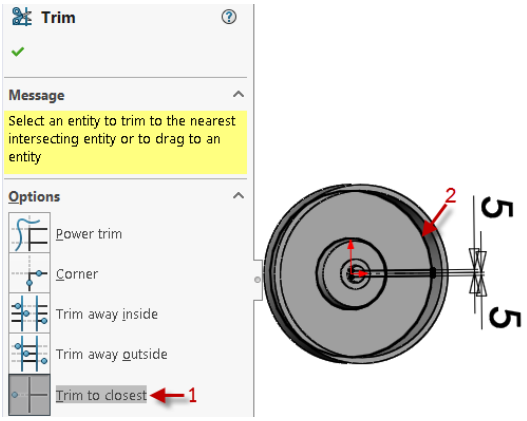
6. เปลี่ยนขอบรูปเป็น Sketch โดยเลือกที่เส้นขอบดังรูปซ้าย เรียกคำสั่ง Convert Entities (Sketch tool bar) เส้นขอบที่เลือกจะถูกเปลี่ยนเป็น Sketch เส้นสีดำดังรูปขวา



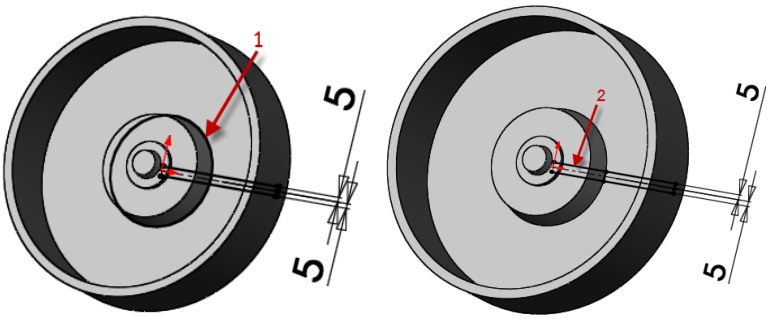
7. ทำซ้ำขั้นตอน 6 โดยเลือกวงกลมด้านใน



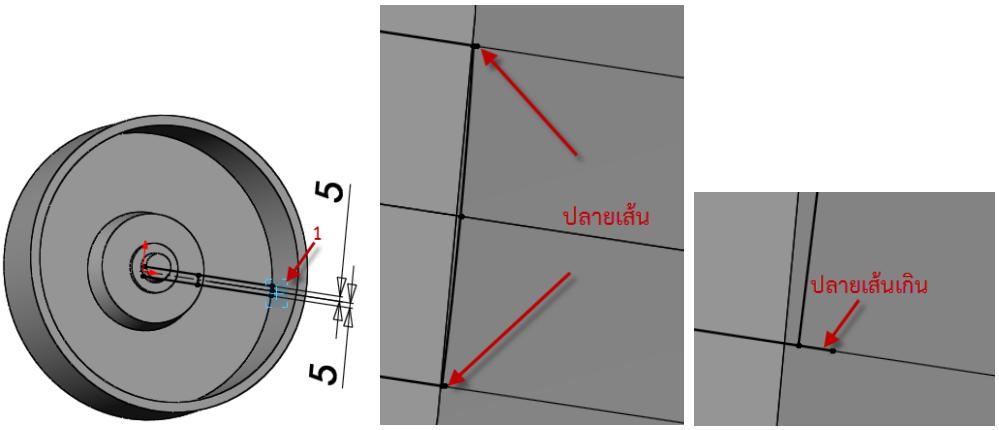
8. เรียกคำสั่ง Trim Entities (Sketch tool bar) (1) คลิกที่ Trim to closest ภายใต้ Options (2) คลิกที่เส้นวงกลมนอก



9. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 8 โดย (1) คลิกที่เส้นวงกลมใน (2) คลิกที่เส้นส่วนเกินทั้งสอง

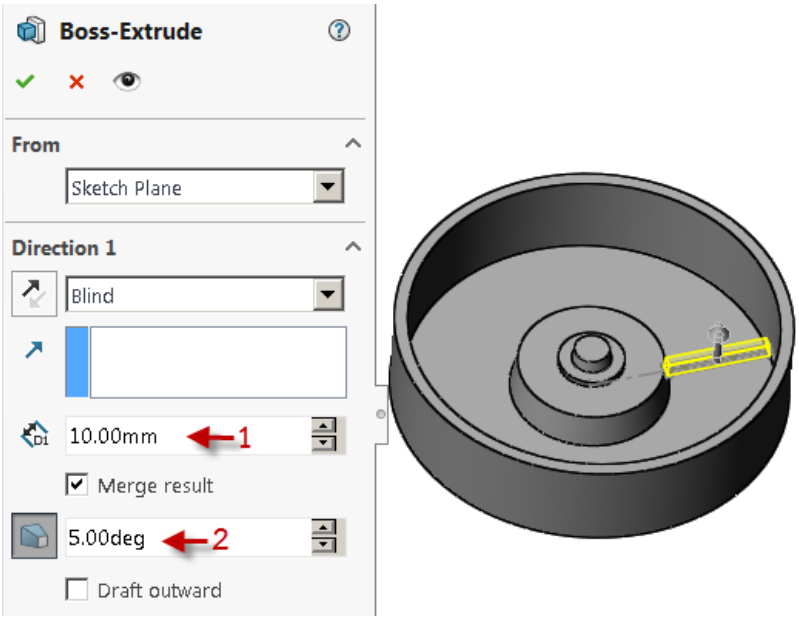


10. เรียกคำสั่ง (View tool bar) (1) กำหนดขอบเขต Zoom จะปรากฏเห็นปลายเส้นส่วนเกินให้ Trim ที่ปลายเส้นส่วนเกินทั้งสอง



11. คลิกที่

(Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property Manager ของ Extrude Boss/Base ที่ด้านซ้าย(1) ใส่ค่า 10 ในช่อง Depth (2) ใส่ค่า 5 ในช่อง Draft Angle คลิกที่

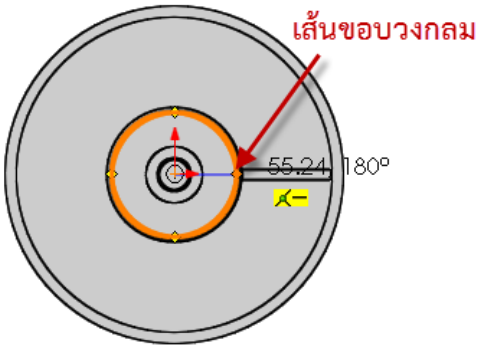


การสร้างทรงตันสำหรับคัดลอกแบบ Circular ส่วนที่ 2

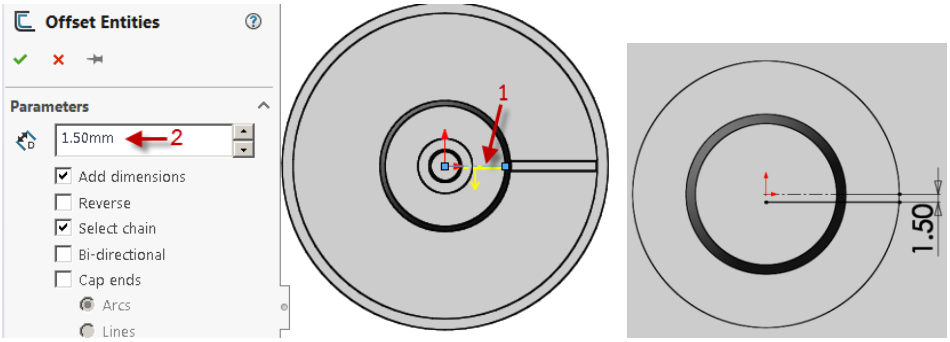
1. เลือกทีผิวจะแสดงเฉดสี

2. เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดปรับภาพเป็น Top view (View Tool bar)

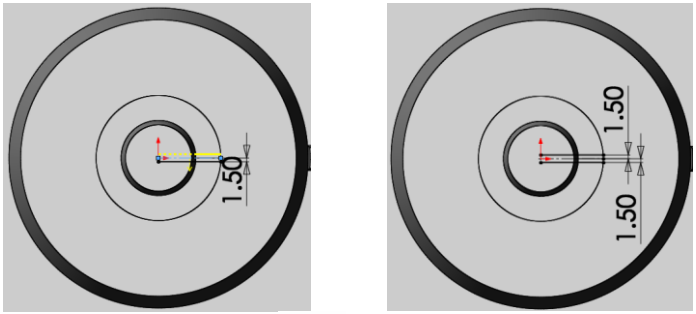
3. เรียกคำสั่ง Centerline (Sketch tool bar) คลิกที่จุด Origin เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นเขียนเส้นไปทางด้านขวาโดยให้ถึงขอบวงกลม



4. เรียกคำสั่ง Offset Entities (Sketch tool bar) (1) คลิกที่เส้น Center line (2) ใส่ค่า 1.5 ในช่อง Offset Distant สามารถเปลี่ยนทิศทางการ Offset โดยทำเครื่องหมายหน้า Reverse คลิกที่

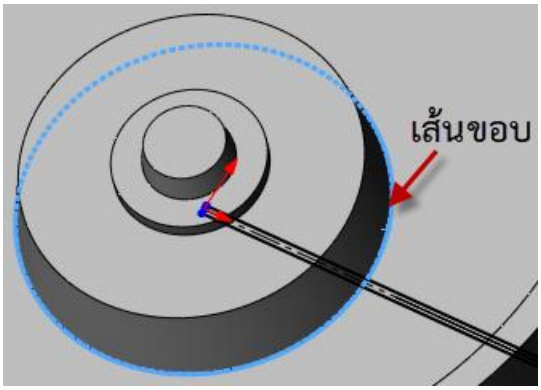


5. ทำซ้ำขั้นตอน 4 โดยเปลี่ยนทิศทางการ Offset ด้วยการทำเครื่องหมายหน้า Revers

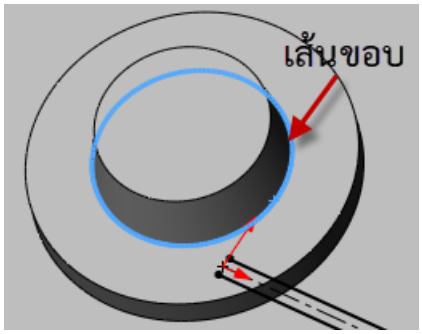


6. เลือกที่เส้นขอบวงกลมเรียกคำสั่ง

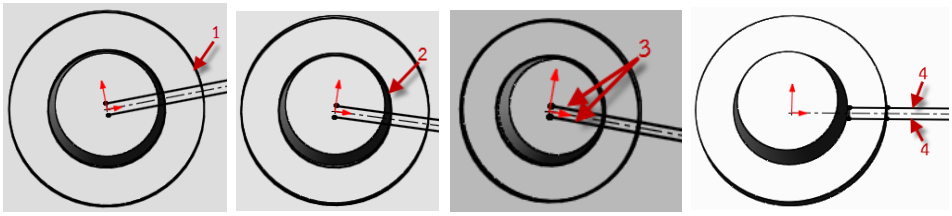
(Sketch tool bar) เส้นขอบที่เลือกจะถูกเปลี่ยนเป็น Sketch สีดำ



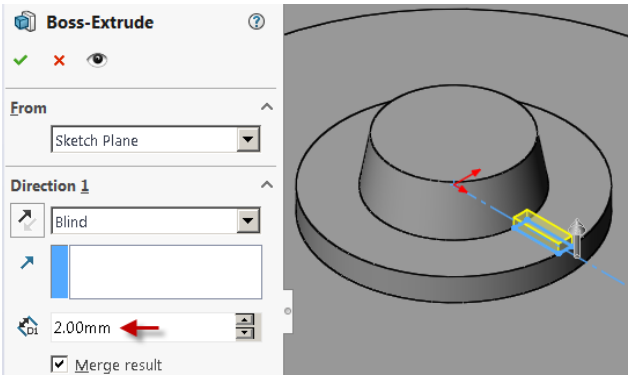
7. ทำซ้ำขั้นตอน 6 โดยเลือกวงกลมในเส้นขอบที่เลือกจะถูกเปลี่ยนเป็น Sketch สีดำ



8. เรียกคำสั่ง Trim Entities (Sketch tool bar) ภายใต้ Options เลือก Trim to closest ใน Property Manager (1) คลิกวงกลมนอก (2)คลิกเส้นวงกลมใน (3)คลิกปลายเส้นซ้าย (4)คลิกปลายเส้นขวา คลิกที่ ✔



9. คลิก Exit Sketch (Sketch Tool bar) จะปรากฏ Property Manager ของ Extrude Boss/Base ที่ด้านซ้ายใส่ค่า 2 ในช่อง D1 Depth คลิกที่ ✔



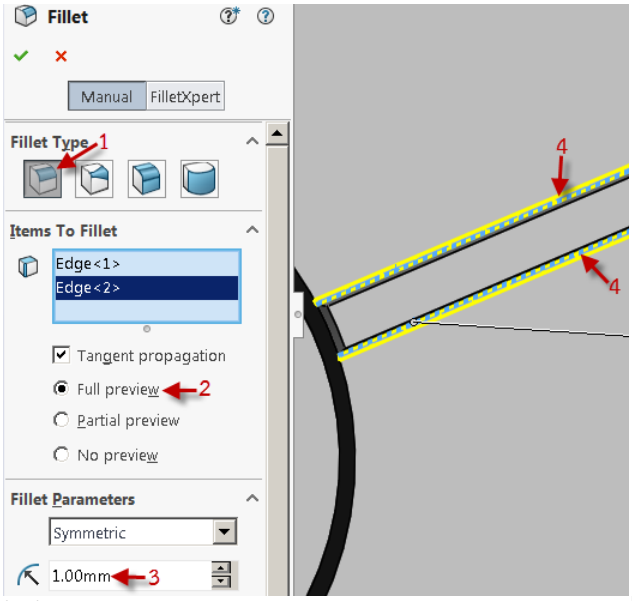
ข้อสังเกต

จะเห็นว่าขณะนี้รูปทรงจะได้ตามรูปที่ 2.3 ซึ่งเป็นการใช้คำสั่ง Extruded Boss/Base ซึ่งคือการให้ความลึกจาก 2D Sketch

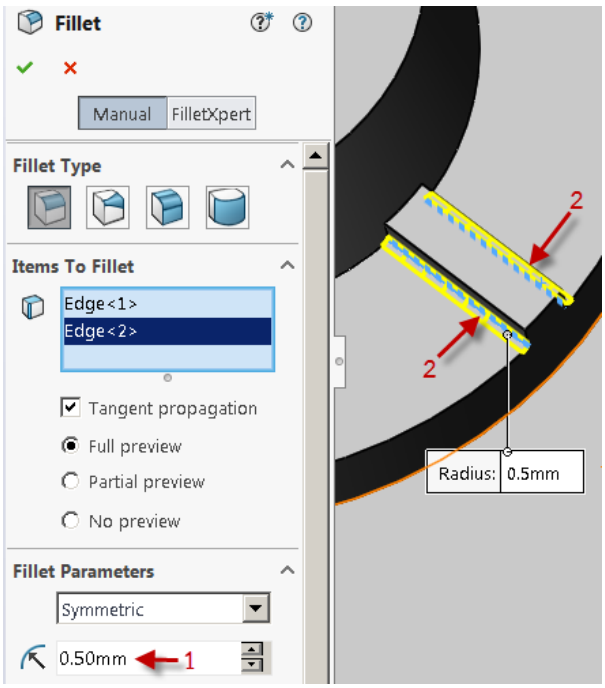
2.2.2 การทำส่วนโค้งด้วย Fillet

ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงตามขั้นตอนใหญ่ส่วนที่ 2 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.4 โดยผู้อ่านจะได้ศึกษาการใช้คำสั่งเพิ่มเติม คือ การทำส่วนโค้งมนแบบคงที่ Constant Size Fillet และการทำส่วนโค้งมนแบบแปรผัน Variable Size Fillet

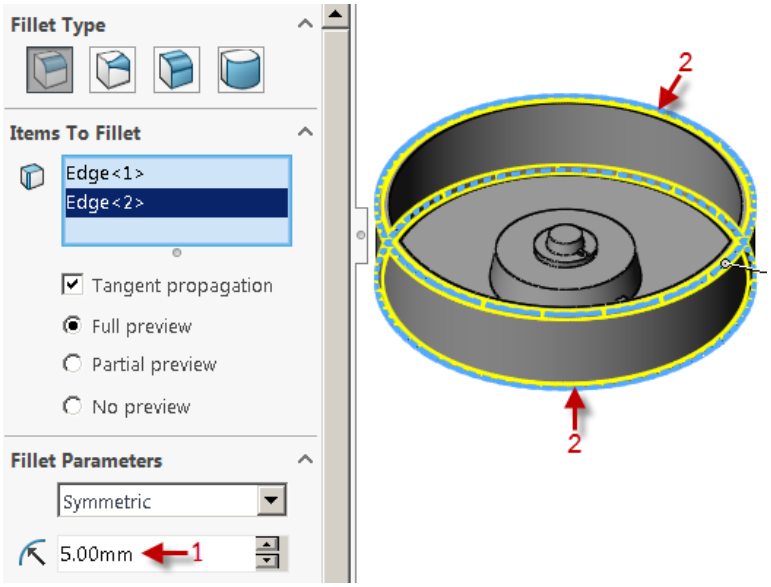
1. เรียกคำสั่ง Fillet (Feature tool bar) กำหนดค่าใน Property manager (1) คลิกที่ Constant Size Fillet ภายใต้ Fillet Type (2) ทำเครื่องหมายหน้า Full Preview (3) กำหนดค่ารัศมี 1 ใน Radius (4) เลือกที่มุมทั้งสอง คลิกที่



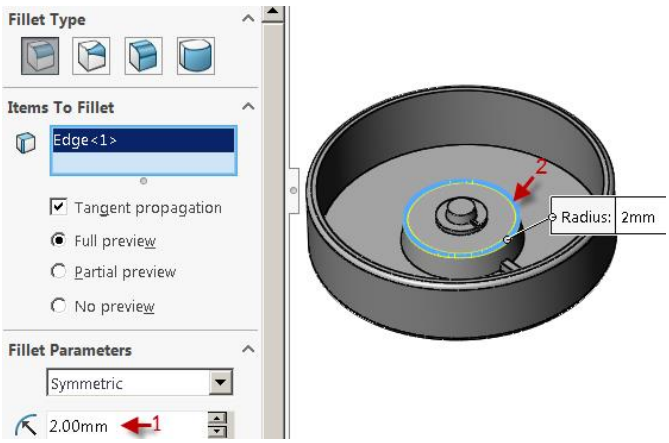
2. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดย (1) กำหนดค่ารัศมี 0.5 ใน Radius (2) คลิกที่เส้นทั้งสอง คลิกที่



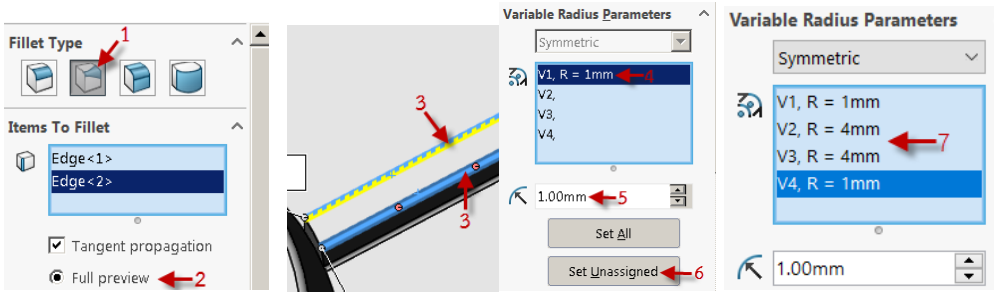
3. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดย (1) กำหนดค่ารัศมี 5 ใน Radius (2) คลิกที่ผิวทั้งสอง คลิกที่



4. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1 โดย (1) กำหนดค่ารัศมี 2 ใน Radius (2) คลิกที่ขอบผิว คลิกที่ สองครั้ง



5. เรียกคำสั่ง Fillet (Feature tool bar) กำหนดค่าใน Property Manager (1) คลิกที่ Variable Size Fillet ภายใต้ Fillet Type (2) ทำเครื่องหมายหน้า Full Preview (3) คลิกผิวทั้งสอง (4) คลิกที่ V1 (5) ใส่ค่า R=1 ในช่อง (6) คลิกที่ Set Unassigned (7) คลิกที่ V2 ใส่ค่า R=4, V3 R=4, V4 R=1 ภายใต้ Variable Radius Parameters คลิกที่ สองครั้ง

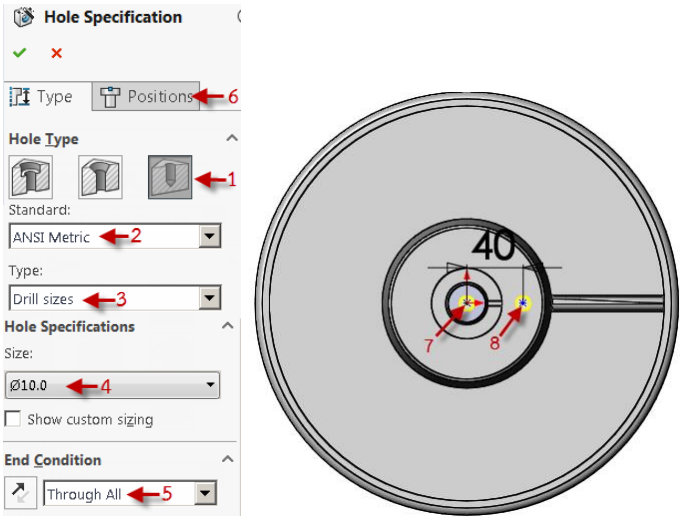


2.2.3 การเจาะรูด้วย Hole Wizard

ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงตามขั้นตอนใหญ่ส่วนที่ 3 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.5 โดยผู้อ่านจะได้ศึกษาการใช้คำสั่งเพิ่มเติม คือ การเจาะรูด้วยคำสั่ง Hole Wizard

1. เรียกคำสั่ง (View tool bar) เพื่อปรับมุมมองภาพเป็น Top View

2. เรียกคำสั่ง Hole Wizard (Feature tool bar) กำหนดค่าใน Property Manager (1) คลิกที่ ภายใต้ Hole Type (2) เลือกเป็น ANSI Metric ภายใต้ Standard (3) เลือกเป็น Dill Sizes ภายใต้ Type (4) เลือก ∅10.0 ภายใต้ Size (5) เลือก Through All ภายใต้ End condition (6) คลิกที่ Positions (7) คลิกที่ Origin เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางรูเจาะที่ 1 (8) คลิกด้านขวากำหนดศูนย์กลางรูเจาะที่ 2 พร้อมกำหนดระยะห่าง 40 โดยใช้ Smart Dimension คลิกที่ สองครั้ง

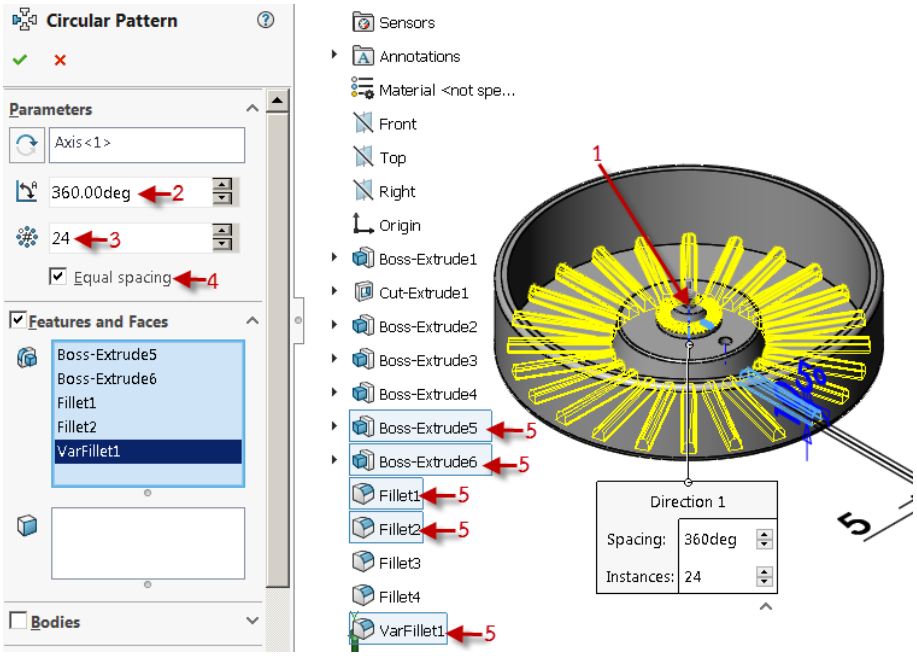


2.2.4 การคัดลอกแบบทรงกลมด้วย Circular Pattern

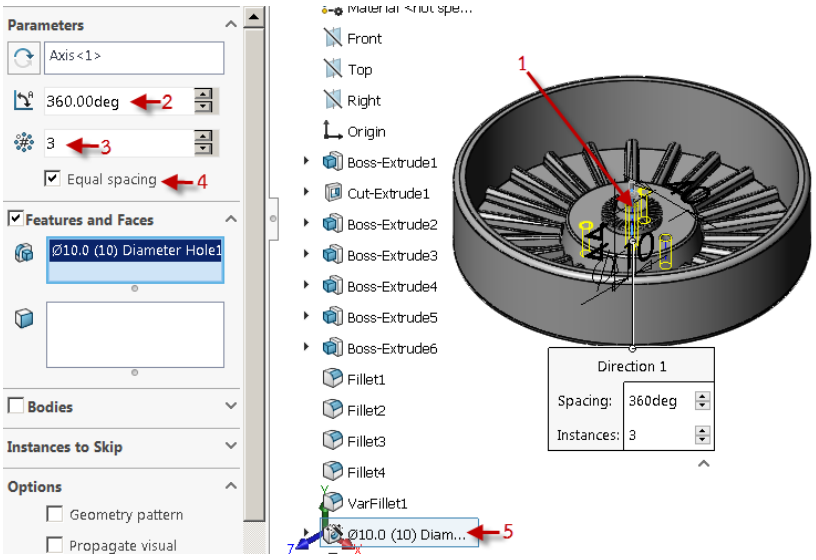
ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงตามขั้นตอนใหญ่ส่วนที่ 4 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.6 โดยผู้อ่านเคยใช้คำสั่งคัดลอกผ่านมาแล้วในบทที่ 1

1. เปิดแกนอ้างอิงสำหรับคัดลอกโดยไปที่ Menu bar>View>Hid/ Show> Temporary Axes จะปรากฏแกนสีน้ำเงินที่จุดศูนย์กลางรูเจาะ

2. เรียกคำสั่ง Circular Pattern (Feature tool bar) กำหนดค่าใน Property Manager (1) คลิกที่แกนสีน้ำเงินตรงกลางชิ้นส่วนสำหรับ Pattern Axis ภายใต้ Parameters (2) ใส่ค่ามุม 360° สำหรับ Angle (3) ใส่ค่า 24 สำหรับ Number Instant (4) ทำเครื่องหมายหน้า Equal spacing (5) เลือก Boss-Extrude5, Boss-Extrude6, Fillet1, Fillet2 และ VarFillet1 ใน Feature Manager Design Tree Fly out สำหรับ Features and Faces คลิกที่



3. เรียกคำสั่ง Circular Pattern (Feature tool bar) กำหนดค่าใน Property manager (1) คลิกที่แกนสีน้ำเงินตรงกลางชิ้นส่วนสำหรับ Pattern Axis ภายใต้ Parameters (2) ใส่ค่ามุม 360° สำหรับ Angle (3) ใส่ค่า 3 สำหรับ Number Instant (4) ทำเครื่องหมายหน้า Equal spacing (5) คลิกที่ Ø10.0 (10) Diameter Hole1 ใน Feature Manager Design Tree Fly out



4. เรียกคำสั่งบันทึกไฟล์ (Standard tool bar) โดยทำตามขั้นตอนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยตั้งชื่อไฟล์ในช่อง File name เป็น Pic-26.SLDPRT

สรุป

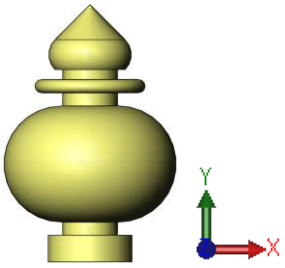
ประเด็นสำคัญหัวข้อนี้ คือ การแยกรูปแบบที่คล้ายกันให้อยู่ในขั้นตอนต่อเนื่องกันและรูปทรงที่เหมือนกันให้ใช้การคัดลอกจากต้นแบบซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนการเขียนแบบได้มาก เพื่อเป็นการทวนสอบความเข้าใจของผู้อ่านขอให้ทำแบบฝึกหัดข้อที่ 3 ซึ่งแบบฝึกหัดมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้อ่านได้ฝึกทำตามขั้นตอนที่ได้แสดงผ่านมาแล้วอีกครั้งโดยมีการเพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้นกว่าในตัวอย่าง จากนั้นให้ทำแบบฝึกหัดข้อที่ 4 ซึ่งมีการประยุกต์มากกว่าในตัวอย่าง เมื่อผู้อ่านผ่านแบบฝึกหัด 2 ข้อดังกล่าวด้วยตัวเองแล้ว ก็จะทำให้มีพื้นฐานที่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนต่อไปได้เร็วขึ้น

2.3 หลักการเลือกและเขียน Part 3 มิติโดยวิธี Revolved Boss/Base

ชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับวิธี Revolved Boss/Base จะคล้ายกับ Extruded Boss/Base คือมีลักษณะสมมาตรแต่เป็นการสมมาตรรอบแกน โดยสังเกตุจากรูปทรงจะสมมาตรตลอดมุม 360 องศา ชิ้นส่วนลักษณะนี้แม้จะสามารถใช้ Extruded Boss/Base ได้แต่ไม่เหมาะสมเนื่องจากจะมีขั้นตอนมากกว่าการใช้ Revolved Boss/Base ซึ่งหมายถึงจะใช้เวลาในการออกแบบเพิ่มมาขึ้นตามไปด้วย

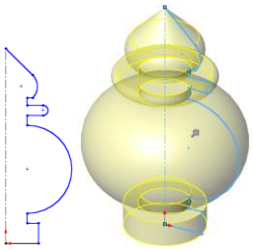
2.3.1 หลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธี Revolved Boss/Base

หลักในการเลือก Part ที่เหมาะสำหรับออกแบบ 3 มิติโดยใช้วิธี Revolved Boss/Base คือ Part ที่มีรูปทรงไม่สมมาตรตลอดความลึกในทิศทางที่ต้องการเพิ่มความลึกให้เป็นชิ้นส่วน 3 มิติ (รูปร่างเปลี่ยนแปลงมีลักษณะโค้งเว้าดังรูปที่ 2.5) ไม่เหมาะสมกับการออกแบบชิ้นส่วนรูปทรงลักษณะนี้ด้วย Extruded Boss/Base วิธีที่เหมาะสมคือการเขียนชิ้นส่วนเพียงครึ่งส่วนดังรูปที่ 2.8 (ก) แล้วใช้การ Revolve Boss/Base ดังรูปที่ 2.8 (ข) ซึ่งจะพบว่าในการขึ้นรูปชิ้นส่วนลักษณะนี้จะมีความรวดเร็วมาก



รูปที่ 2.7 ลักษณะรูปทรงที่ไม่สมมาตรในทิศทางแนวแกน Y

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560



(ก) การเขียนชิ้นส่วนครึ่งส่วน (ข) การ Revolved Boss/Base

รูปที่ 2.8 การ Revolved Boss/Base จาก Sketch ครึ่งส่วน

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.3.2 การแบ่งขั้นตอนเขียน Part โดยวิธี Revolved Boss/Base

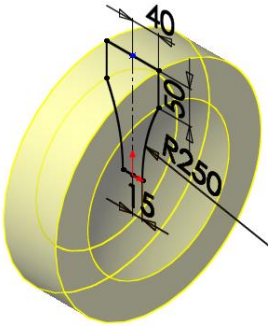
Part ที่ใช้ประกอบแสดงวิธีการเขียนด้วยวิธี Revolved Boss/Base นี้เป็นล้อช่วยแรง

รูปที่ 2.9 ล้อช่วยแรงเครื่องสูบน้ำ

ที่มา : เกษตรพอเพียง, 2559

โดยขั้นตอนนั้นจะแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนใหญ่ดังนี้

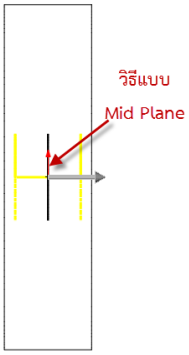
1. Sketch 2 มิติแล้วใช้ 2 มิตินั้น Revolved Boss/Base ได้รูปทรงหมุนรอบแกน



รูปที่ 2.10 การ Sketch 2 มิติเพื่อ Revolved Boss/Base

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

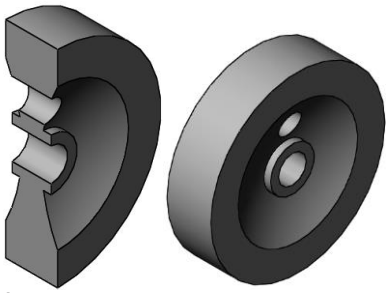
2. ขึ้นรูปแกนกลางแบบทรงตันโดยใช้วิธีแบบ Mid Plane



รูปที่ 2.11 การขึ้นรูปทรงตันโดยใช้วิธีแบบ Mid Plane

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

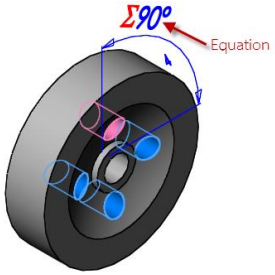
3. เจาะรูเพื่อเป็นต้นแบบสำหรับใช้คัดลอกแบบ Circular Pattern



รูปที่ 2.12 การเจาะรูด้วย Extruded Cut

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

4. คัดลอกรูเจาะแบบ Circular Pattern และใช้ Equation ในการปรับเปลี่ยนการออกแบบ



รูปที่ 2.13 การคัดลอกและสร้าง Equation

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.4 ขั้นตอนเขียน Part 3 มิติโดยวิธี Revolved Boss/Base

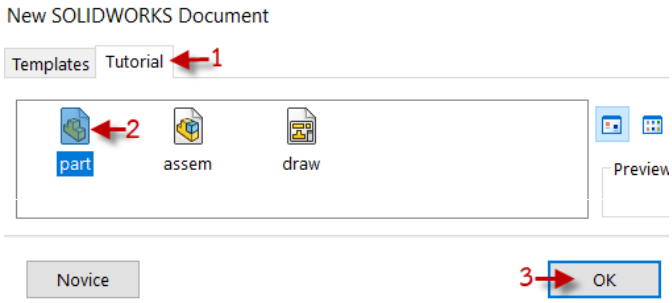
ส่วนนี้เป็นการแสดงวิธีการออกแบบตามขั้นตอนที่ได้แบ่งไว้แล้ว 4 ขั้นตอน โดยผู้อ่านจะได้เรียนรู้เทคนิคและคำสั่งใหม่เพิ่มเติม ดังนี้ การเขียนส่วนโค้งโดยใช้คำสั่ง Tangent Arc การคัดลอก Sketch แบบพลิกกลับด้วยคำสั่ง Mirror Entities การแก้ไข Feature ที่ได้สร้างผ่านมาแล้วด้วยคำสั่ง Edit Feature การปรับการแสดงภาพแบบ Hidden line Remove การปรับการแสดงภาพโดยใช้ Coordinate การ Extruded Boss/Base ออกสองด้านแบบ Mid Plane การแสดงภาพตัดด้วย Section View และการเปลี่ยนแปลงการออกแบบอย่างรวดเร็วด้วย Equations... โดยตัวเลขที่ใช้ในการกำหนดขนาดได้จากการออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ซึ่งต้องศึกษาในวิชาการออกแบบเครื่องจักรกล

2.4.1 การ Sketch 2 มิติสำหรับวิธี Revolved Boss/Base

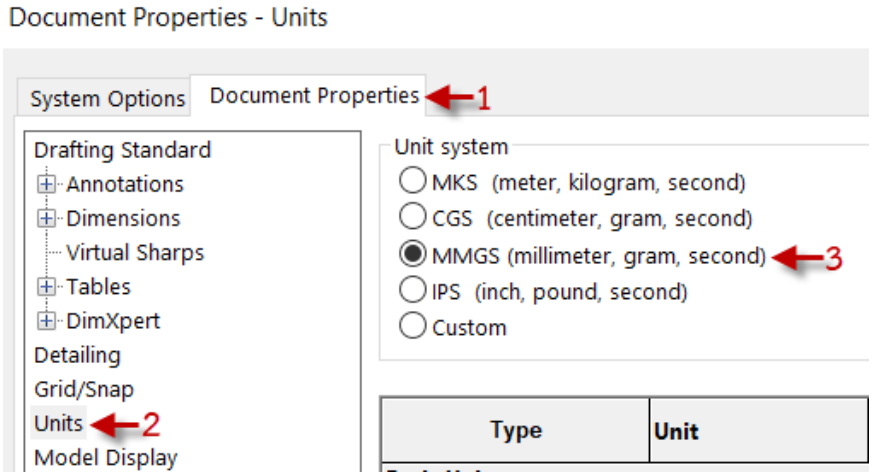
ขั้นตอนนี้จะแสดงวิธีการ Sketch 2 มิติแล้วคัดลอก Sketch แบบพลิกกลับด้วยคำสั่ง Mirror Entities ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.10 คำสั่งใหม่ที่จะได้เรียนรู้เพิ่มเติมประกอบด้วย คำสั่งขึ้นรูป 3 มิติแบบ Revolved Boss/Base คำสั่งเขียนส่วนโค้ง Tangent Arc และการแก้ไข Feature ที่ได้สร้างผ่านมาแล้วด้วยคำสั่ง Edit Feature ผู้อ่านสามารถศึกษาตัวอย่างนี้แบบคลิปวีดิโอภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับหนังสือได้ที่ www.engineeringksu.com/สื่อการสอน/SolidWorks/บทที่2การออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ (Part)/การออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Revolved Boss/Base

การสร้างไฟล์ใหม่

1. เรียกคำสั่ง New (Standard tool bar) จะปรากฏหน้าต่าง New SolidWorks document คลิกที่ Advance มุมซ้ายล้างหน้าต่างจะถูกเปลี่ยนเป็นหน้าต่างใหม่ให้ทำดั้งนี้ (1) คลิกที่ Tutorial (2) คลิกที่ part (3) คลิกที่ OK



2. กำหนดระบบหน่วยโดยคลิกที่ Options (Standard tool bar) (1) คลิกที่ Document Properties (2) คลิกที่ Units (3) เลือกระบบหน่วยเป็น MMGS (millimeter, gram, second)



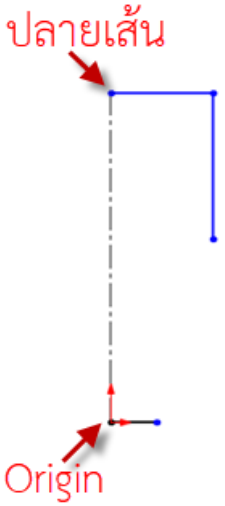
เริ่มสร้าง Sketch สำหรับ Revolved Boss/Base

1. เลือกที่ Front (Feature Manager Design Tree)

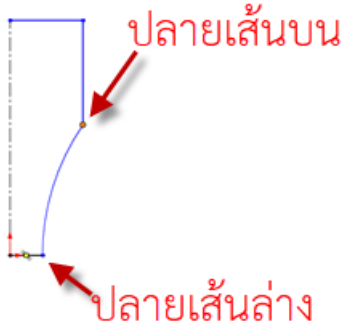
2. เรียกคำสั่ง Revolved Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Front plane

3. เรียกคำสั่ง Centerline (Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดเริ่มต้นเขียนเส้นในแนวตั้งโดยความยาวประมาณ 90 กดปุ่ม ESC บนแป้นคีย์บร์อดเพื่อจบคำสั่ง

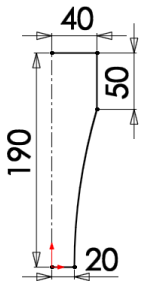
4. เรียกคำสั่ง Line (Sketch Tool bar) ใช้ปลายเส้น Centerline และจุด Origin เป็นจุดเริ่มต้น Sketch ให้ได้ดังรูปกด ESC บนคีย์บอร์ด



5. เรียกคำสั่ง Tangent Arc (Sketch Tool bar) ใช้ปลายเส้นด้านล่างเป็นจุดเริ่มต้นเขียนส่วนโค้งไปยังปลายเส้นด้านบน คลิก ✔

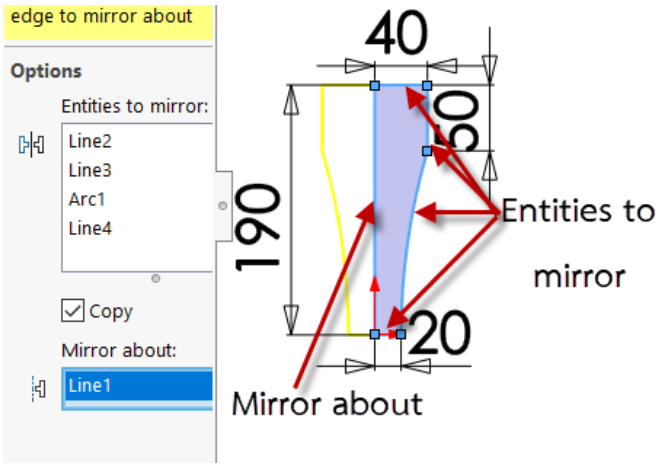


6. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) กำหนดขนาดดังรูป



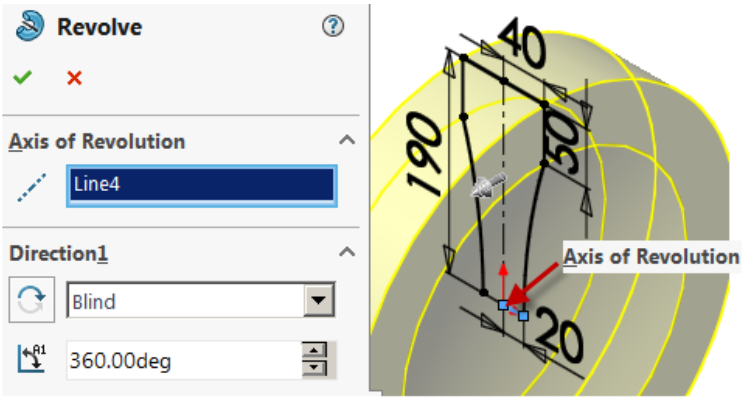
การคัดลอก Sketch แบบพลิกกลับ

1. เรียกคำสั่ง Mirror Entities (Sketch Tool bar) เลือก Sketch ทั้ง 4 สำหรับ Entities to mirror และเส้น Centerline สำหรับ Mirror about



2.4.2 การขึ้นรูป 3 มิติโดยวิธี Revolved Boss/Base

1. คลิก Exit Sketch (Sketch Tool bar) ภายใต้ Property Manager เลือกแกนกลางที่จุด Origin เพื่อเป็นแกนสำหรับหมุนรอบ Axis of Revolution และคลิกที่ ✔

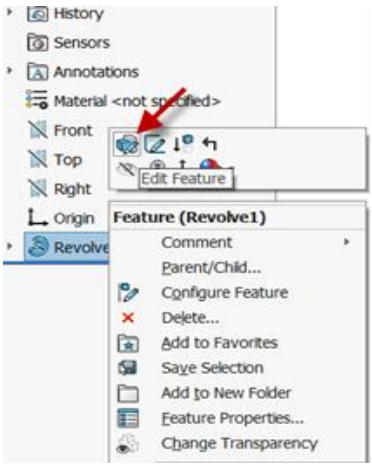


สังเกตุว่ารูปทรงจะได้ตามรูปที่ 2.10 ซึ่งหากใช้วิธี Extruded Boss/Base ที่บริเวณส่วนโค้งจะทำได้ยากกว่าการใช้ Revolved Boss/Base

คำแนะนำ

หากต้องการแก้ไข Feature ที่ได้ทำผ่านมาแล้วสามารถทำได้ดังนี้

คลิกเมาส์ทางด้านขวามือที่ Feature ที่ต้องการแก้ไขจะปรากฏเมนูบาร์ให้เลือกที่ Edit Feature จะปรากฏ Property Manager ของ Revolve ปรากฏที่ด้านซ้าย สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ เมื่อแก้ไขเสร็จแล้ว คลิกที่ ✔

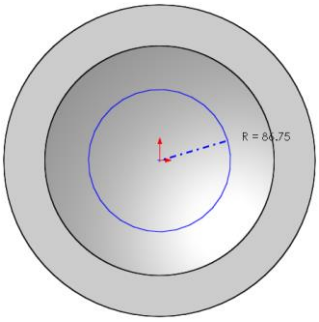


2.4.3 การขึ้นรูปทรงตันแบบ Mid Plane ด้วย Extruded Boss/Base

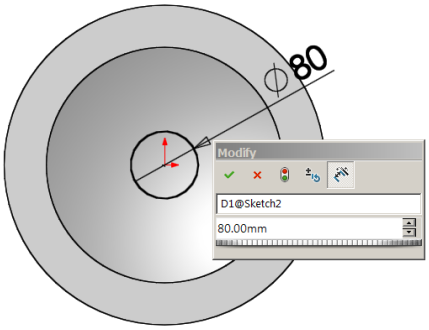
ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงตามขั้นตอนส่วนที่ 2 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.11 โดยผู้อ่านจะได้ศึกษาการใช้คำสั่งเพิ่มเติม ดังนี้ การปรับการแสดงภาพโดยใช้ Coordinate การปรับการแสดงภาพแบบ Hidden line Remove การ Extruded Boss/Base ออกสองด้านด้วย Mid Plane

1. เลือกที่ Right (Feature Manager Design Tree)
2. เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Right plane
3. ปรับ View port เป็น Right View โดยการคลิกที่แกน X บน Coordinate

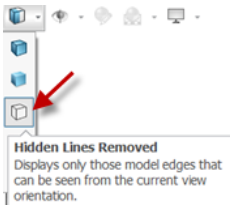
4. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม เขียนวงกลมโดยการประมาณค่ารัศมี 80



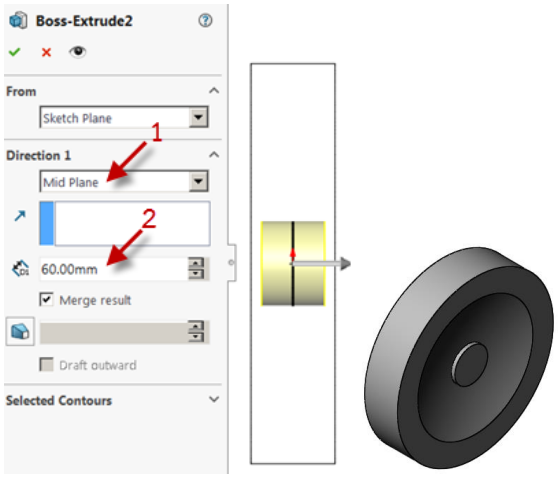
5. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 80 คลิกที่



6. ปรับ View port เป็น Top View โดยการกดอักษร T (เมื่อมีการกำหนดแป้นคีย์บอร์ดแล้ว) ปรับการแสดงสีเป็น Hidden line Remove



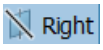
7. คลิก Exit Sketch (Sketch Tool bar) ภายใต้ Property manager ให้กำหนดดังนี้ (1) ใต้ Direction1 เลือกเป็น Mid plane (2) ใส่ค่า 60 ในช่อง D1 Depth และคลิกที่ ✔ กดที่อักษร I เพื่อปรับภาพเป็น Isometric ปรับการแสดงสีเป็น Shaded with edges



2.4.4 การตัดทรงตันแบบ Mid Plane ด้วย Extruded Cut

ตัดส่วนด้านนอก

1. ปรับการแสดงสีเป็น Hidden line Remove (View tool bar)

2. เลือกที่ 

(Feature Manager Design Tree)

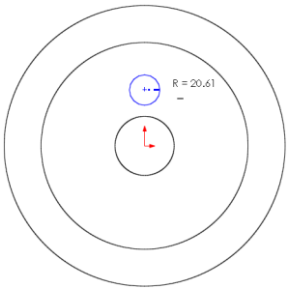
3. เรียกคำสั่ง

(Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Right plane

4. ปรับ View port เป็น Right View โดยการคลิกที่แกน X บน Coordinate

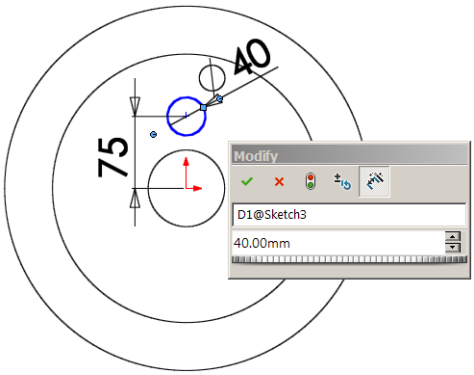
5. เรียกคำสั่ง

(Sketch Tool bar) ชี้เมาส์ที่จุด Origin เลื่อนเมาส์ขึ้นด้านบนกำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม เขียนวงกลมโดยการประมาณค่ารัศมี 20



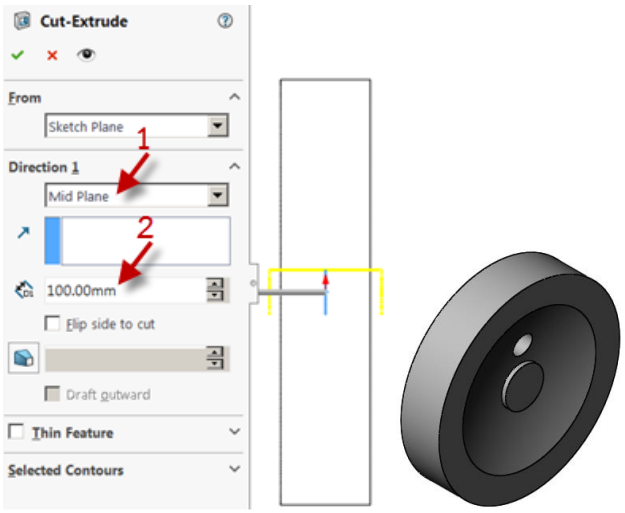
6. เรียกคำสั่ง

(Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 40 และระยะห่างจาก Origin เท่ากับ 75 คลิกบนพื้นที่ว่างใน Model ปรับ View port เป็น Top View โดยการกดอักษร T

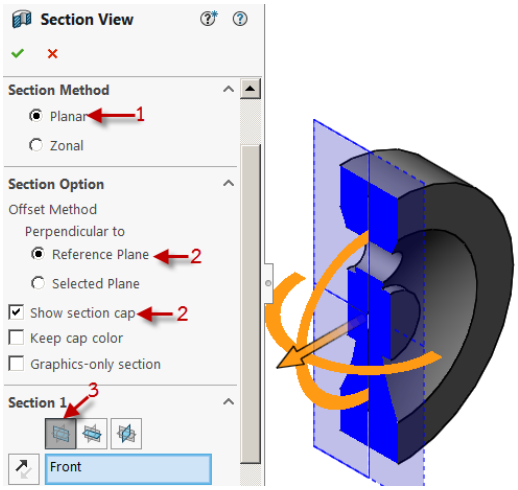


7. คลิก

(Sketch Tool bar) ภายใต้ Property manager ให้กำหนดดังนี้ (1) ใต้ Direction1 เลือกเป็น Mid plane (2) ใส่ค่า 100 ในช่อง Depth และคลิกที่ กดที่อักษร I เพื่อปรับภาพเป็น Isometric ปรับการแสดงสีเป็น Shaded with edges



8. เรียกคำสั่ง Section View (View tool bar) ภายใต้ Property Manager ให้กำหนดดังนี้ (1) ใต้ Section Method ทำเครื่องหมายหน้า Planar (2) ใต้ Section Options ทำเครื่องหมายหน้า Reference plane และ Show section cap (3) ใต้ Section 1 คลิกที่ Front คลิกที่



9. คลิกที่ Section View เพื่อออกจากคำสั่ง

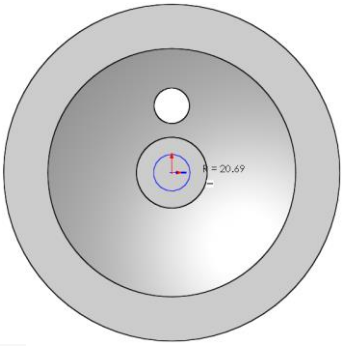
เจาะรูแกนกลาง

1. เลือกที่ Right (Feature Manager Design Tree)

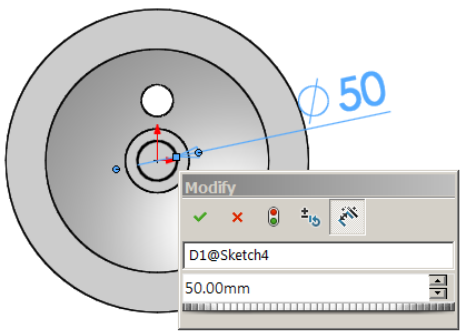
2. เรียกคำสั่ง Extruded Cut (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Right plane

3. ปรับ View port เป็น Right View โดยการคลิกที่แกน X บน Coordinate

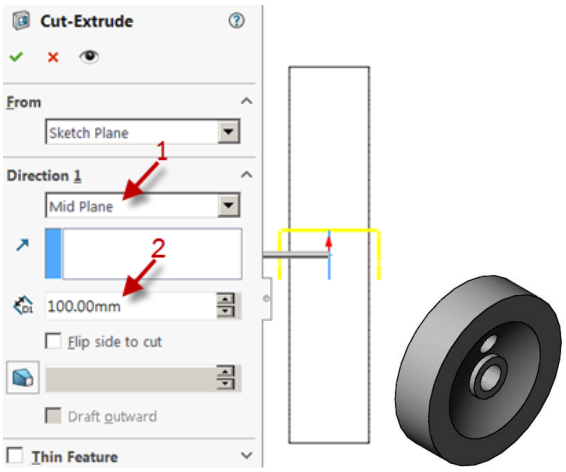
4. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin กำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลม เขียนวงกลมโดยการประมาณค่ารัศมี 20



5. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) คลิกที่วงกลมจะปรากฏกล่องรับค่าขนาดวงกลมใส่ค่า 50 คลิกบนพื้นที่ว่างใดๆใน Model ปรับ View port เป็น Top View โดยการกดอักษร T

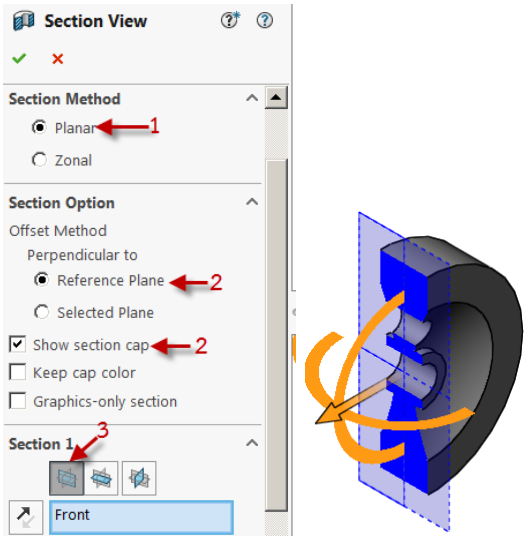


6. คลิก Exit Sketch (Sketch Tool bar) ภายใต้ Property manager กำหนดดังนี้ (1) ใต้ Direction1 เลือกเป็น Mid plane (2) ใส่ค่า 100 ในช่อง Depth และคลิกที่ ✔ คลิกพื้นที่ว่างใดๆ กดที่อักษร I เพื่อปรับภาพเป็น Isometric ปรับการแสดงสีเป็น Shaded with edges



7. เรียกคำสั่ง Section View (View tool bar) ภายใต้ Property Manager กำหนดดังนี้ (1) ใต้ Section Method ทำเครื่องหมายหน้า Planar (2) ใต้ Section Options ทำเครื่องหมายหน้า Reference Plane และ Show section cap (3) ใต้ Section 1 คลิกที่ Front

คลิกที่ ✔



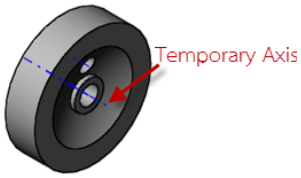
8. คลิกที่ Section View เพื่อออกจากคำสั่ง

2.4.5 การใช้สมการ Equation ช่วยในการเปลี่ยนแปลงการออกแบบ

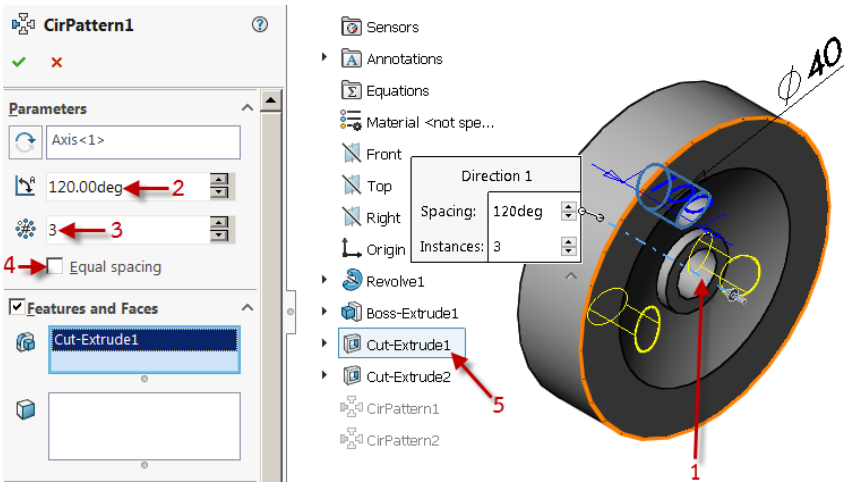
ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงตามขั้นตอนส่วนที่ 4 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.13 ขั้นตอนนี้เป็นเทคนิควิธีที่เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบเป็นอย่างมากเนื่องจากผู้ออกแบบจะสามารถเปลี่ยนแปลงการออกแบบได้อย่างรวดเร็วโดยการสร้างความสัมพันธ์ของสัดส่วนต่างๆด้วยคำสั่ง Equations... ซึ่งเป็นคำสั่งที่ช่วยให้สามารถเปลี่ยนแปลงการออกแบบได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องย้อนกลับไปแก้ไข Sketch ส่วนคำสั่งการคัดลอกแบบทรงกลม Circular Sketch Pattern นั้นผู้อ่านเคยได้ศึกษาและฝึกปฏิบัติผ่านมาแล้ว

การคัดลอกรูปทรงที่เหมือนกันแบบทรงกลม

1. เปิดแกนอ้างอิงสำหรับคัดลอกโดยไปที่ Menu bar>View>Hide/Show> Temporary Axes จะปรากฏแกนสีน้ำเงินที่จุดศูนย์กลางรูเจาะ



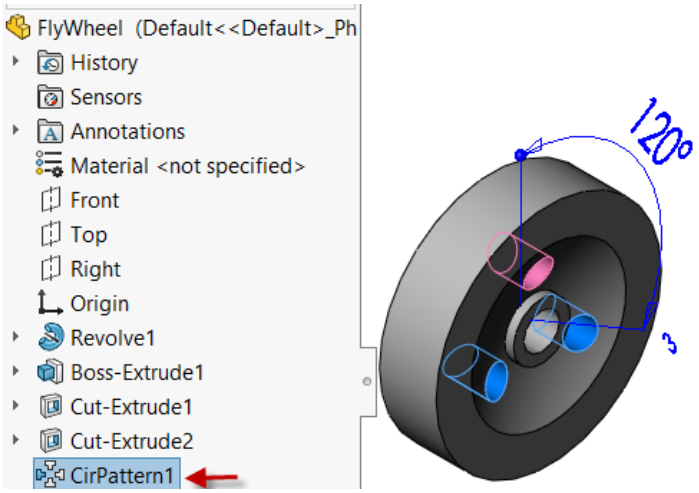
2. คลิกที่ศร Linear Pattern เรียกคำสั่ง Circular Sketch Pattern (Feature tool bar) ภายใต้ Property Manager กำหนดค่าดังนี้ (1) เลือกแกนสีน้ำเงินตรงกลางชิ้นส่วนสำหรับ Pattern Axis (2) ใส่ค่ามุม 120° สำหรับ Angle (3) ใส่ค่า 3 สำหรับ Number Instant (4) ปลดเครื่องหมายหน้า Equal spacing (5) ใต้ Feature and Faces เลือก Cut-Extrude1 คลิกที่



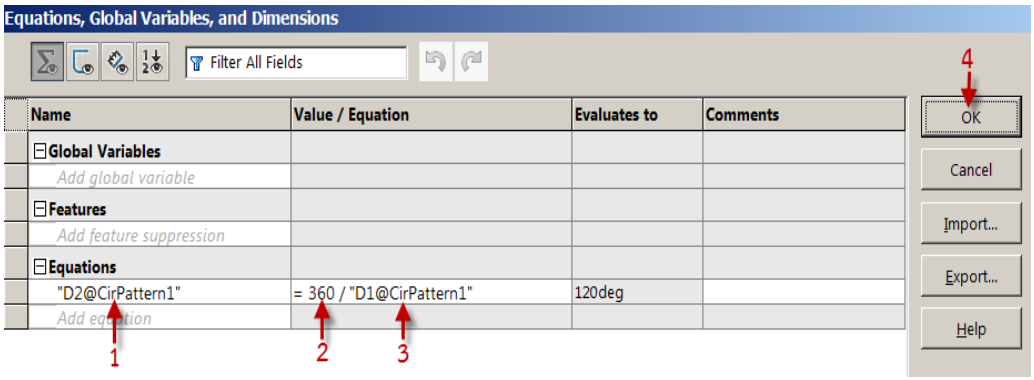
การใช้สมการ Equation ช่วยในการคัดลอกแบบทรงกลม

1. ปิดแกนอ้างอิงสำหรับคัดลอกโดยไปที่ Menu bar>View>Hide/Show> Temporary Axes แกนสีน้ำเงินที่จุดศูนย์กลางรูเจาะจะหายไป

2. คลิกที่ CirPattern1 ใน Feature Manager Design Tree จะปรากฏมุม 120° และ Number Instant คือ 3 จัดตำแหน่งดังรูป

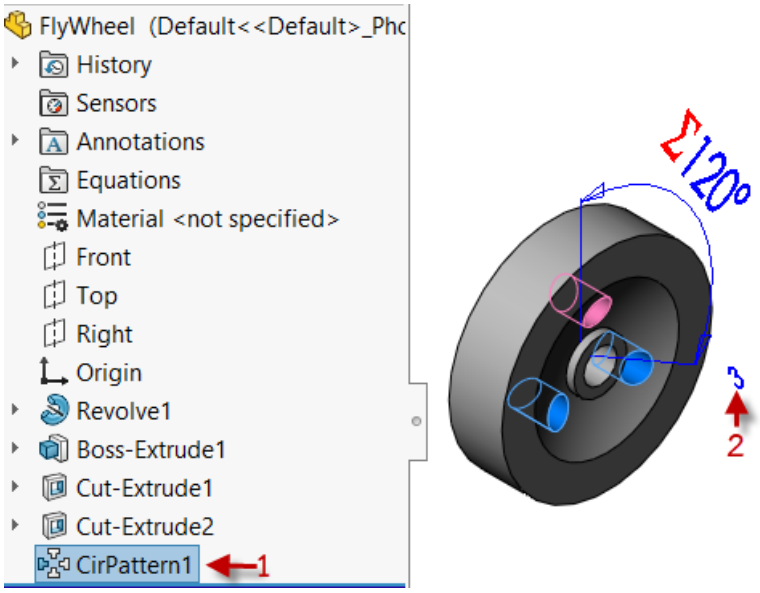


3. เรียกคำสั่ง Σ Equations... (Menu bar>Tool) จะปรากฏกล่อง Equation คลิกที่ CirPattern1 ใน Feature Manager Design Tree จะปรากฏมุม 120° และ Number Instant คือ 3 กำหนดค่าดังนี้ (1) คลิกใต้ Equations คลิกที่ 120° เคอร์เซอร์จะไปอยู่ที่คอลัมน์ Value/Equation (2) ใส่ค่า 360 ตามด้วยเครื่องหมายหาร (3) คลิกที่เลข 3 (4) คลิกที่ OK



ทดสอบการทำงานของ Equation

1. ที่ Feature Manager Design Tree (1) คลิก CirPattern1 จะปรากฏมุม Σ120° (2) คลิกที่ Number Instant คือ 3 เปลี่ยนค่าเป็น 4 กดปุ่ม Enter ค่ามุมจะถูกปรับเปลี่ยนเป็น Σ90° อัตโนมัติตามสมการที่ได้สร้างไว้



2. เรียกคำสั่งบันทึกไฟล์ Save (Standard tool bar) โดยทำตามขั้นตอนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยตั้งชื่อไฟล์ในช่อง File name เป็น Pic-213.SLDPRT

สรุป

สาระที่สำคัญ คือ การพิจารณาเลือกแกนอ้างอิงซึ่งจะทำให้ลดขั้นตอนและเวลาการขึ้นรูปชิ้นส่วน และให้ผู้อ่านเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการเขียนชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง Extruded Boss/Base กับ Revolved Boss/Base แบบฝึกหัดท้ายบทข้อที่ 11 เป็นการให้ทบทวนขั้นตอนทุกขั้นตอน แบบฝึกหัดข้อที่ 12 เป็นแบบฝึกหัดที่ให้ผู้อ่านได้ฝึกออกแบบด้วยจินตนาการในตัวเอง

2.5 หลักการเลือก Part และออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Swept Boss/Base

การออกแบบ 3 มิติที่ผ่านมาทั้งสองวิธีจะเห็นได้ว่าชิ้นส่วน (Part) จะมีลักษณะสมมาตรตลอดความลึกด้านใดด้านหนึ่งสำหรับวิธี Extruded Boss/Base หรือถ้าสมมาตรรอบแกนหมุน 360 องศา จะเหมาะสมกับวิธี Revolved Boss/Base แต่สำหรับวิธี Swept Boss/Base ลักษณะชิ้นส่วนจะมีลักษณะสมมาตรตลอดรูปทรงแต่รูปทรงชิ้นส่วนนั้นสามารถชี้ไปในทิศทางใดๆก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบดังจะได้แสดงให้เห็นในลำดับต่อไป

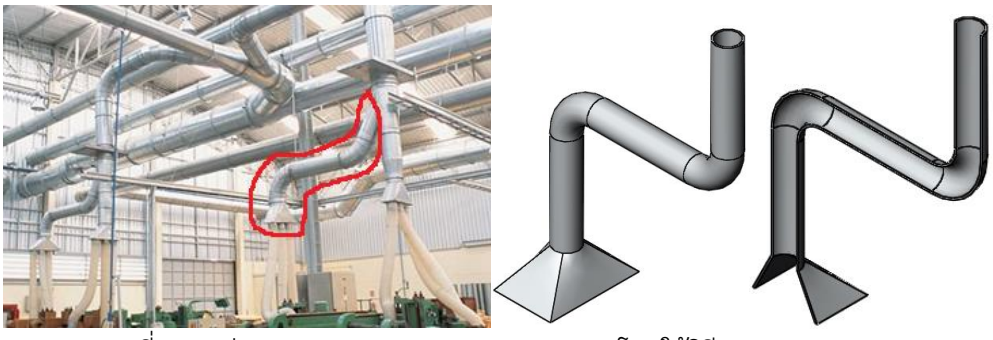
2.5.1 หลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธี Swept Boss/Base

หลักการเลือก Part ที่เหมาะสำหรับออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Swept Boss/Base คือ Part ที่มีลักษณะการขึ้นรูปเป็นเส้นทางที่มีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางต่างๆ ดังรูป 2.14 คือ ระบบท่อดูดลมในอุตสาหกรรมที่มีลักษณะการเดินท่อร่วมกันหลายท่อเพื่อให้สามารถที่จะเพิ่มปริมาณหัวดูดลมได้มาก รูปทรงลักษณะนี้จะเหมาะสมกับการใช้วิธีขึ้นรูปแบบ Swept Boss/Base

รูปที่ 2.14 ระบบท่อดูดลมในอุตสาหกรรม

ที่มา : บริษัทเนเดอร์แมน, 2559

2.5.2 หลักการออกแบบ Part โดยวิธี Swept Boss/Base



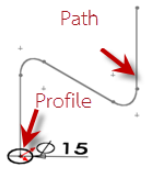
(ก) ปากดูดที่ปลายท่อดูด (ข) 3D โดยใช้วิธี Swept Boss/Base

รูปที่ 2.15 ปลายท่อที่นำมาออกแบบโดยวิธี Swept Boss/Base

ที่มา : บริษัทเนเดอร์แมน, 2559

ขั้นตอนในการออกแบบปลายท่อในรูปที่ 2.15 (ข) ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนหลักดังนี้

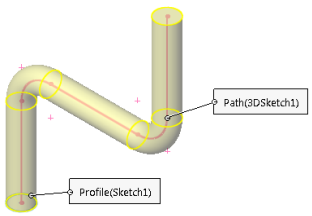
1. เรียกคำสั่ง 3D Sketch ในการสร้าง Sketch 3 มิติ ซึ่งจะประกอบไปด้วยสองส่วน คือ Sketch สำหรับเป็นเส้นทางในการขึ้นรูป 3D (Path) และ Sketch สำหรับรูปทรงของท่อ (Profile)



รูปที่ 2.16 การ Sketch 3D สำหรับ Profile และ Path

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

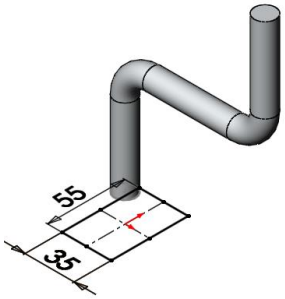
2. เรียกคำสั่ง Swept Boss/Base สำหรับขึ้นรูปท่อตามเส้นทางของ Path ที่ได้ Skectch ไว้แล้ว



รูปที่ 2.17 การขึ้นรูปโดยใช้ Swept Boss/Base

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

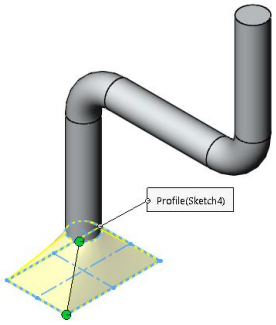
3. สร้าง Sketch ส่วนที่เป็นปากดูดท่อโดยการสร้าง Plane ขึ้นใหม่โดยอ้างอิงจาก Plane เดิมที่โปรแกรมสร้างมาให้



รูปที่ 2.18 การ Sketch สำหรับใช้กับ Loft

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

4. เรียกคำสั่ง Lofted Boss/Base ในการขึ้นรูปปากดูดให้เชื่อมเข้ากับท่อ



รูปที่ 2.19 ลักษณะการใช้คำสั่ง Loft

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

5. เรียกคำสั่ง Shell ในการคว้านให้เป็นท่อบาง

รูปที่ 2.20 ลักษณะการใช้คำสั่ง Shell

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.6 วิธีการออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Swept Boss/Base

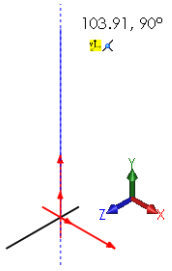
จากรูปที่ 2.15 ผู้เขียนได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบไว้ 5 ขั้นตอน คำสั่งและเทคนิคต่างๆที่จะได้เรียนรู้เพิ่มเติมประกอบด้วย การสร้าง Sketch แบบ 3D Sketch การสร้างความสัมพันธ์ (Add Relation) การทำส่วนโค้งให้กับ Sketch ด้วยคำสั่ง Sketch Fillet การขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วย Swept Boss/Base การสร้างระนาบ(Plane) การขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วย Lofted Boss/Base และการคว้านด้วยคำสั่ง Shell

2.6.1 การ Sketch 2 มิติสำหรับวิธี Swept Boss/Base

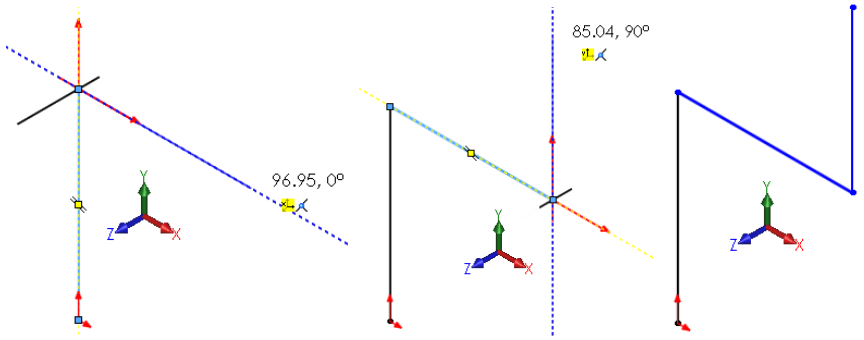
ขั้นตอนนี้จะแสดงวิธีการ Sketch 3 มิติซึ่งจะเรียกว่า Path file ด้วยคำสั่ง 3D Sketch แล้วให้ความสัมพันธ์กับ Sketch ทำส่วนโค้งด้วย Sketch Fillet และสร้าง Pro file ซึ่งจะได้ตามรูปที่ 2.16 ผู้อ่านสามารถศึกษาตัวอย่างนี้แบบคลิปวีดิโอภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับหนังสือได้ที่ www.engineeringksu.com/สื่อการสอน/SolidWorks/บทที่2การออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ (Part)/การออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Swept Boss/Base

สร้างไฟล์ใหม่และ สร้าง Sketch แบบ 3D สำหรับ Path

1. สร้างไฟล์ Part ขึ้นใหม่และกำหนดระบบหน่วยเป็น Millimeter ดังแสดงในหัวข้อ 2.2
2. เลือกที่ Top (Feature Manager Design Tree)
3. เรียกคำสั่ง 3D Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Top plane
4. เรียกคำสั่ง Line (Sketch tool bar) คลิกที่จุด Origin เขียนเส้นขึ้นในทิศทางของแกน Y โดยประมาณ 100 (สามารถเปลี่ยนทิศทางของ Coordinate โดยกดปุ่ม Tab

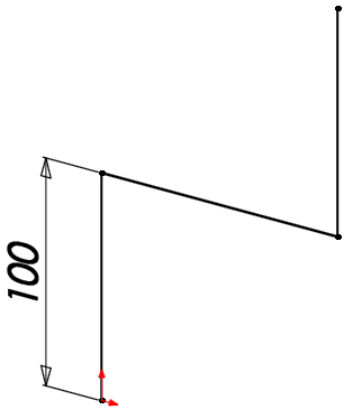


5. เปลี่ยนทิศทางการเขียนเส้นโดยกดปุ่ม Tab เขียนเส้นในทิศทางของแกน X โดยประมาณ 100 และเขียนเส้นในทิศทางของแกน Y โดยประมาณ 100 กดปุ่ม Esc เพื่อจบคำสั่ง

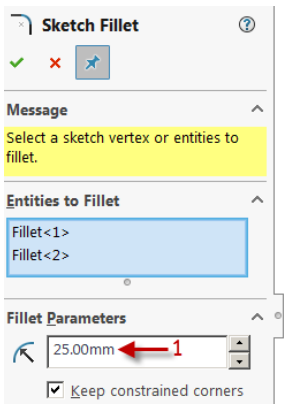


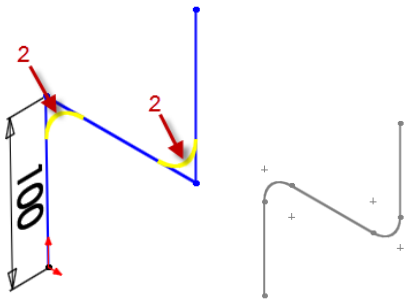
6. กดปุ่ม Ctrl บนคีย์บอร์ดค้างไว้และเลือกเส้นทั้ง 3 จะปรากฏ Properties Manager ให้เลือก = Equal ภายใต้ Add Relation คลิก ✔

7. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) กำหนดขนาดเส้นแนวตั้งด้านล่าง 100 คลิกที่ ✔



8. เรียกคำสั่ง Sketch Fillet (Sketch Tool bar) (1) กำหนดค่า 25 ใน Fillet Radius ภายใต้ Fillet Parameters (2) เลือกที่มุมทั้งสองสำหรับ Entities to Fillet หากปรากฏกล่องคำถามให้ตอบ Yes คลิก ✔ 2 ครั้ง คลิกที่ Exit sketch



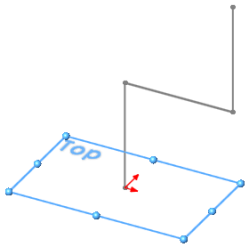


ที่ Feature Manager Design Tree จะปรากฏ Sketch1

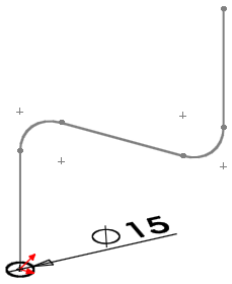
สร้าง Sketch 3D สำหรับ Profile

1. เลือกที่ Top (Feature Manager Design Tree)

2. เรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Top plane

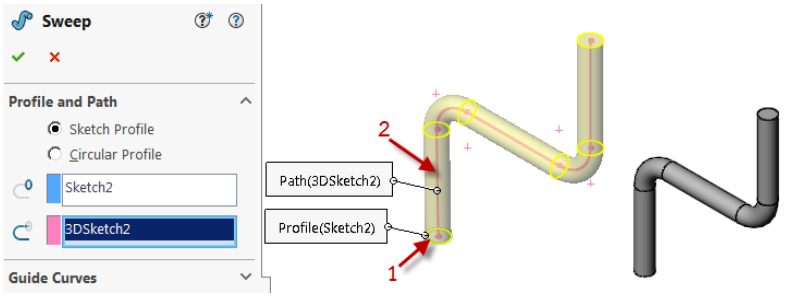


3. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch Tool bar) คลิกที่จุด Origin เขียนวงกลม เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) กำหนดขนาดวงกลม 15 คลิก และ Exit Sketch



2.6.2 การขึ้นรูป 3 มิติโดยวิธี Swept Boss/Base

1. เรียกคำสั่ง Swept Boss/Base (Feature Tool bar) (1) เลือกที่วงกลมสำหรับ Profile (2) เลือกที่ 3D Sketch สำหรับ Path คลิกที่

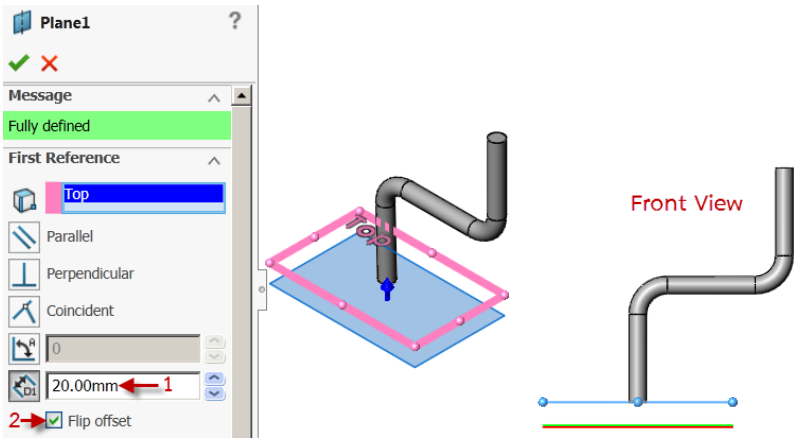


2.6.3 การสร้าง Plane

ขั้นตอนนี้เป็นการแสดงตามส่วนที่ 3 ซึ่งเมื่อฝึกปฏิบัติเสร็จแล้วจะได้ตามรูป 2.18 โดยผู้อ่านจะได้ศึกษาการใช้คำสั่งเพิ่มเติม ดังนี้ การสร้างระนาบด้วยคำสั่ง Plane ซึ่งปกติค่าเริ่มต้นที่โปรแกรมกำหนดมาให้ตอนสร้างไฟล์ Part ขึ้นใหม่จะประกอบด้วยระนาบ 3 ระนาบ คือ Front, Top, Right

1. เลือกที่ Top (Feature Manager Design Tree)

2. เรียกคำสั่ง Plane (Feature tool bar) Plane ใหม่จะถูกสร้างขึ้นโดยอ้างอิงจาก Top plane (1) กำหนดค่า 20 ใน Offset Distant (2) ทำเครื่องหมายหน้า Flip offset เพื่อเปลี่ยนทิศทางการ Offset ปรับการแสดงภาพเป็น Front view เพื่อตรวจสอบ คลิก



ข้อสังเกต

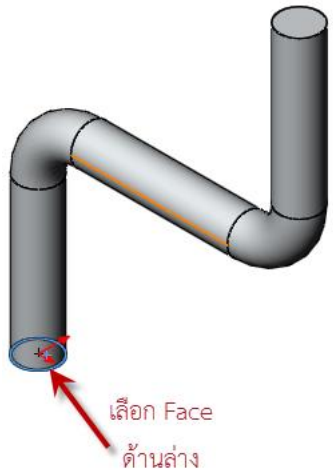
สามารถเรียกคำสั่งในการสร้าง Plane ที่เมนูบาร์ Insert>Reference Geometry>Plane

2.6.4 การขึ้นรูป 3 มิติโดย Loft

หัวข้อนี้ผู้อ่านจะได้ศึกษาการใช้คำสั่ง Loft ซึ่งได้เคยศึกษาผ่านมาแล้วในบทที่ 1 และคำสั่งสร้าง 4 เหลี่ยมด้วย Center Rectangle

สร้าง Sketch สำหรับ Loft

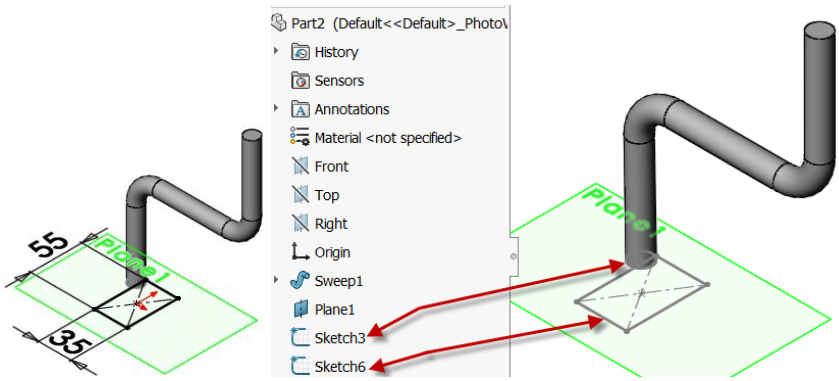
1. เลือกที่ Face ด้านล่างท่อ เรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ผิวด้านล่างท่อ เรียกคำสั่ง Convert Entities (Sketch tool bar) วงกลมด้านนอกท่อจะถูกเปลี่ยนเป็น Sketch คลิกที่ Exit Sketch



2. เลือกที่ Plane1 (Feature Manager Design Tree) ที่ได้สร้างไว้แล้ว

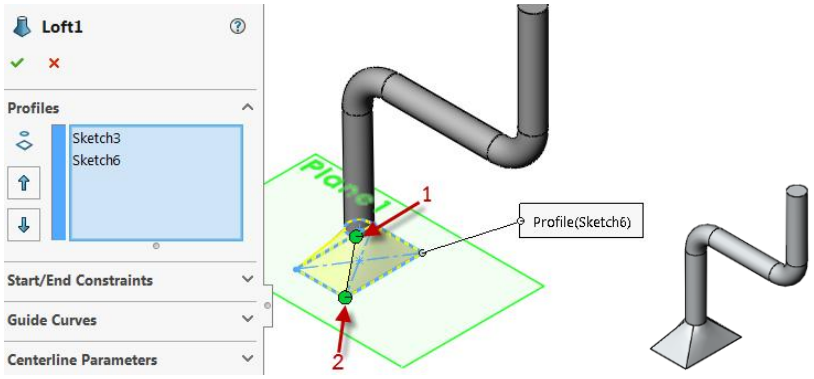
3. เรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Plane1

4. เรียกคำสั่ง Center Rectangle (Sketch Tool bar) เขียนสี่เหลี่ยมโดยใช้จุด Origin เป็นจุดศูนย์กลางของสี่เหลี่ยม เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Dimension tool bar) กำหนดขนาดดังรูป และคลิกที่ Exit Sketch จะเห็นว่ามี Sketch ถูกสร้างขึ้นที่ Feature Manager Design Tree สอง Sketch



ขึ้นรูป 3D โดย Loft

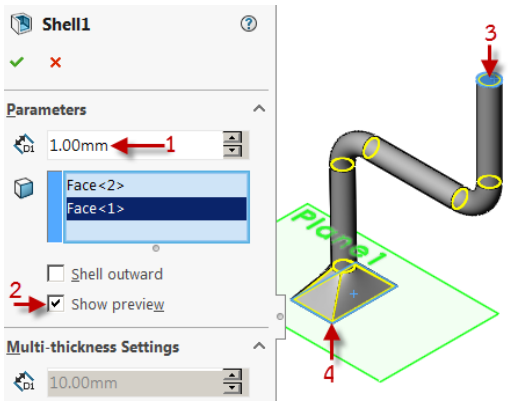
เรียกคำสั่ง Lofted Boss/Base (Feature Tool bar) (1) คลิกที่วงกลม Profile1 (2) มุมของสี่เหลี่ยม Profile2 คลิก ✔



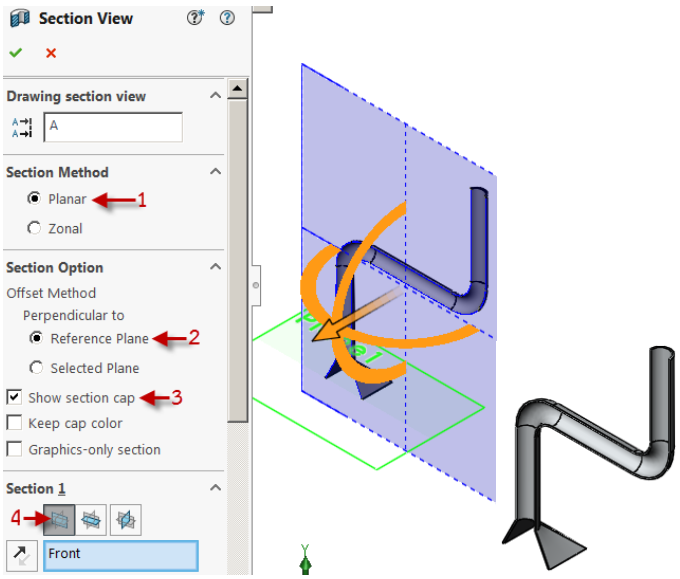
2.6.5 การคว้านโดยใช้ Shell

หัวข้อนี้เป็นการแสดงวิธีการคว้านให้ชิ้นส่วนมีลักษณะเป็นแผ่นบางด้วยคำสั่ง Shell

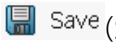
1. เรียกคำสั่ง Shell (Feature Tool bar) ภายใต้ Property Manager กำหนดค่าดังนี้ (1) ใส่ค่า 1 สำหรับ Thickness ภายใต้ Parameters (2) ทำเครื่องหมายหน้า Show preview (3)เลือกที่ผิวด้านบนของท่อ Face1 (4) ผิวด้านล่างของปากดูดท่อ Face2 สำหรับ Face to Remove คลิกที่ ✔



2. เรียกคำสั่ง Section View (View Tool bar) ภายใต้ Property Manager (1) เลือก Planar ภายใต้ Section Method (2) เลือก Reference Plane ภายใต้ Section Option (3) ทำเครื่องหมายหน้า Show section cap (4) เลือก Front สำหรับ Reference Section Plane/Face คลิก ✔



3. คลิกที่ Section View (View Tool bar) อีกครั้งเพื่อออกจากคำสั่ง

4. เรียกคำสั่งบันทึกไฟล์  (Standard tool bar) โดยทำตามขั้นตอนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยตั้งชื่อไฟล์ในช่อง File name เป็น Pic-215.SLDPRT

2.6.6 การสร้างสายพานโดย Swept Boss/Base

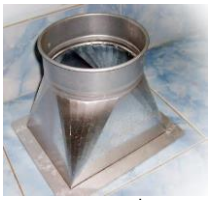
การสร้างชิ้นส่วนที่เป็นสายพานขับระบบจำเป็นจะต้องศึกษาหัวข้อการประกอบชิ้นส่วน (Assembly) ก่อนเนื่องจาก สายพานที่สร้างนั้นจะต้องมีความยาวตามระยะตัวขับและตัวตาม ดังนั้น ในหัวข้อนี้จึงได้ยกไปอธิบายในบทที่ 3 หัวข้อ 3.3.9 ซึ่งจะทำให้สามารถทำความเข้าใจได้สมบูรณ์มากกว่าที่จะแสดงไว้ในบทที่ 2 นี้

2.7 หลักการเลือก Part และออกแบบ 3 มิติสำหรับงาน Sheet Metal

การออกแบบสำหรับงาน Sheet Metal เป็นประโยชน์มากสำหรับงานตัดและพับ เนื่องจากผู้ออกแบบสามารถออกแบบตามจินตนาการโดยเป็นไปตามเงื่อนไขข้อกำหนดของการใช้งาน จากนั้นผู้ออกแบบสามารถที่จะหาขนาดแผ่นโลหะกว้างคูณยาวได้โดยใช้คำสั่ง Flat pattern และยังสามารถ Export ไฟล์เพื่อนำเข้าไปทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆได้ ซึ่งทำให้ผู้ออกแบบลดขั้นตอนการคำนวณหาขนาดแผ่นโลหะลงได้มาก

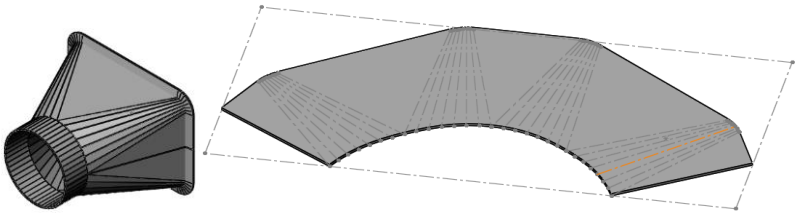
2.7.1 หลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับงาน Sheet Metal

Part ที่เหมาะสมกับการใช้วิธีการขึ้นรูปแบบงาน Sheet Metal คืองานที่มีลักษณะการขึ้นรูปโดยการเตรียมโลหะหรือสังกะสีแผ่นให้พอดีกับขนาดที่จะขึ้นรูปและจากนั้นพับขึ้นรูปตามแบบ ดังเช่น รูปที่ 2.21 เป็นงานพับขึ้นรูปปากดูดที่มีลักษณะปากเหลี่ยมลดเป็นทรงกลม การเตรียมโลหะหรือสังกะสีแผ่นที่มีขนาดพอดีกับการพับขึ้นรูปได้แสดงในรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 การพับท่อปากเหลี่ยมลดขนาดเป็นท่อกลม

ที่มา : บริษัทไทยเมทัลเวิล, 2560

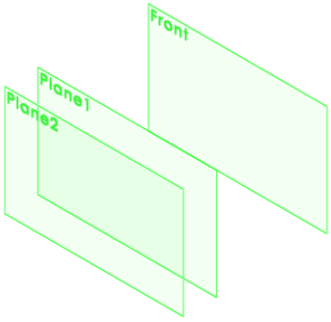


รูปที่ 2.22 การออกแบบการเตรียมแผ่นโลหะสำหรับงานพับขึ้นรูป

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.7.2 หลักการออกแบบ Part สำหรับงาน Sheet Metal

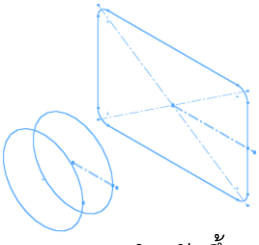
1. การสร้าง Plane ขึ้นใหม่เพิ่มเติมนอกจากที่โปรแกรมสร้างมาให้แบบอัตโนมัติ พร้อมกับการสร้างไฟล์งานใหม่ โดย Plane ใหม่ที่สร้างขึ้นเป็นการอ้างอิงจาก Front Plane ที่โปรแกรมสร้างให้โดยกำหนดระยะห่างจาก Plane อ้างอิงตามต้องการ



รูปที่ 2.23 การสร้าง Plane โดยอ้างอิงจาก Plane ที่โปรแกรมสร้างให้

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

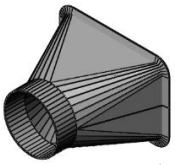
2. Sketch ตามรูปทรงปากเหลี่ยมแล้วลดขนาดเป็นท่อกลม



รูปที่ 2.24 การเตรียม Sketch สำหรับขึ้นรูปงาน Sheet Metal

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

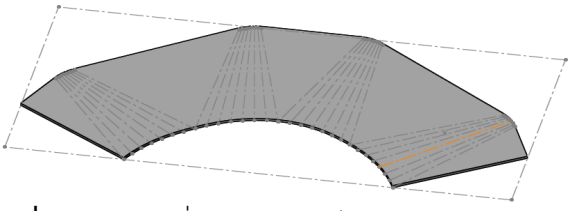
3. ขึ้นรูป Sheet Metal ของปากเหลี่ยมแล้วลดขนาดเป็นท่อกลมด้วย Lofted-Bend โดยอ้างอิงจาก Sketch รูปที่ 2.24



รูปที่ 2.25 การขึ้นรูปท่อปากเหลี่ยมลดขนาดเป็นท่อกลม

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

4. คลี่แผ่นโลหะด้วยคำสั่ง Flat pattern ตามรูปที่ 2.25 ออกสำหรับจัดเตรียมแผ่นโลหะเพื่อใช้ในการพับขึ้นรูป



รูปที่ 2.26 การคลี่รูปทรง 3D เป็น Sheet Metal 2D

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.8 วิธีการออกแบบ 3 มิติสำหรับงาน Sheet Metal

จากรูปที่ 2.22 ผู้เขียนได้แบ่งขั้นตอนการออกแบบไว้ 4 ขั้นตอน คำสั่งในการสร้างระนาบนั้นผู้อ่านได้เคยศึกษาผ่านมาแล้วแต่เทคนิคใหม่ที่จะได้เรียนรู้เพิ่มเติมประกอบด้วย การสร้าง Sketch บนระนาบที่ได้สร้างไว้แล้วการสร้างงาน Sheet Metal ด้วย Lofted-Bend การคัดลอก Sketch ที่ได้สร้างไว้แล้วไปยังระนาบใหม่ การคลี่งาน Sheet Metal ด้วย Flatten และการ Export ไฟล์เพื่อนำออกไปทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น

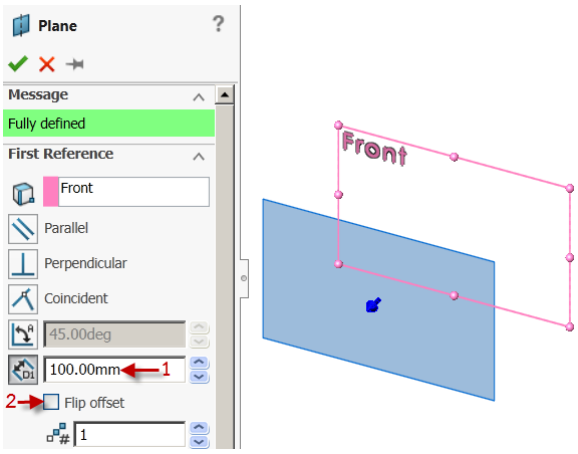
2.8.1 การสร้าง Plane

ขั้นตอนนี้เป็นการสร้าง Plane ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการสร้าง Sketch ซึ่งจะได้ตามรูปที่ 2.23 ผู้อ่านสามารถศึกษาตัวอย่างนี้แบบคลิปวีดิโอภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับหนังสือได้ที่ www.engineeringksu.com/สื่อการสอน/SolidWorks/บทที่2การออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ (Part)/การออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Sheet Metal

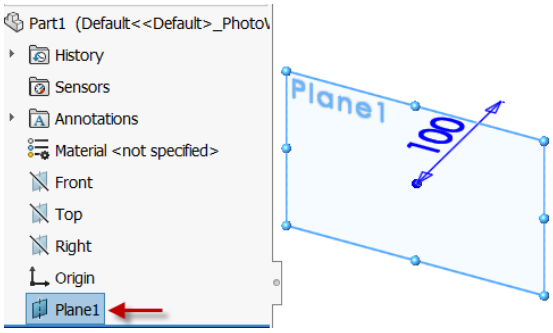
1. สร้างไฟล์ Part ใหม่และตั้งระบบหน่วยเป็น มิลลิเมตร ดังที่ได้เคยแสดงในตัวอย่างที่ผ่านมา

2. เลือกที่ Front (Feature Manager Design Tree)

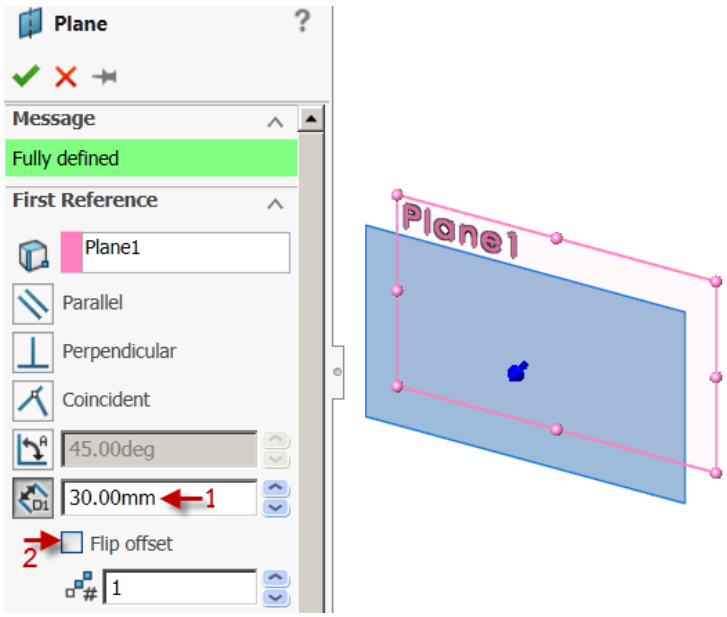
3. เรียกคำสั่งที่เมนูบาร์ Insert>Reference Geometry> Plane ภายใต้ Property Manager (1) ใส่ค่า 100 สำหรับ Offset Distant (2) ปลดเครื่องหมายหน้า Flip Offset Flip offset คลิก



4. เลือกที่ Plane1 (Feature Manager Design Tree)



5. เรียกคำสั่ง Plane (Feature tool bar) ภายใต้ Property Manager (1) ใส่ค่า 30 สำหรับ Offset Distant (2) ปลดเครื่องหมายหน้า Flip Offset จะปรากฏ Plane2 ถูกสร้างขึ้นใหม่ ทางด้านซ้ายใน Feature Manager Design Tree คลิก

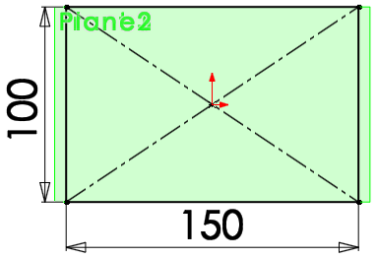


2.8.2 การ Sketch สำหรับงาน Sheet Metal

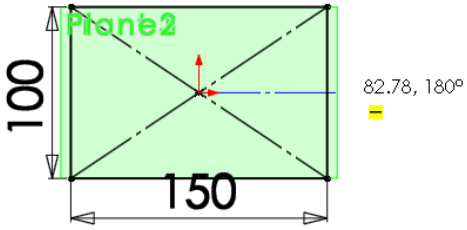
ขั้นตอนนี้เป็นการสร้าง Sketch ขึ้นบน Plane ที่ได้สร้างไว้แล้วจะได้ตามรูปที่ 2.24 คำสั่งที่จะได้เรียนรู้เพิ่มเติมได้แก่ การคัดลอกออกสองด้านด้วยคำสั่ง Offset Entities การเปลี่ยน Sketch ให้เป็นเส้น Construction line การตัดเส้น Sketch ด้วยคำสั่ง Trim Entities และการคัดลอก Sketch ไปยังระนาบใหม่ด้วยคำสั่ง Convert Entities

การ Sketch ปากสี่เหลี่ยมบน Front Plane

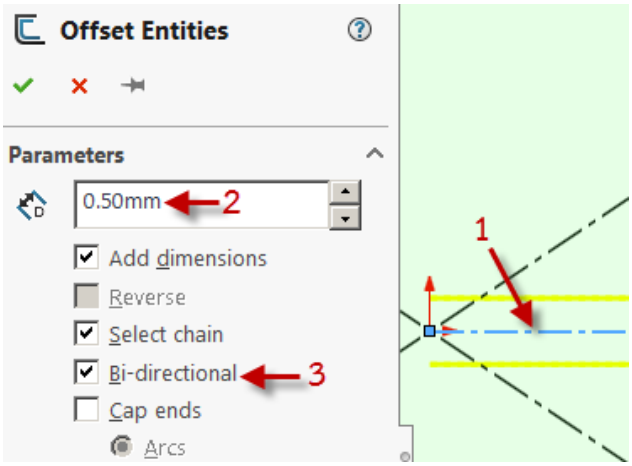
1. คลิกที่ Front (Feature Manager Design Tree)
2. เรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Front Plane
3. เรียกคำสั่ง Center Rectangle (Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมโดยใช้จุด Origin เป็นจุดศูนย์กลางสี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดด้วยคำสั่ง Smart Dimension คลิก



4. เรียกคำสั่ง Centerline (Sketch tool bar) ใช้จุด Origin เป็นจุดเริ่มต้นของ Center line เขียนเส้นตัดผ่านเส้นแนวตั้งด้านขวา กดที่ปุ่ม ESC บนแป้นคีย์บอร์ด เพื่อจบคำสั่ง

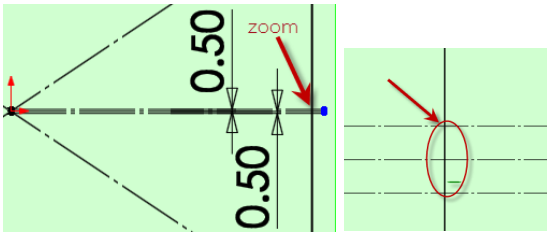


5. เรียกคำสั่ง Offset Entities (Sketch tool bar) (1) เลือกเส้น Centerline ในข้อ 4 (2) ใส่ค่า 0.5 สำหรับ Offset distant (3) ทำเครื่องหมายหน้า Bi-directional คลิก

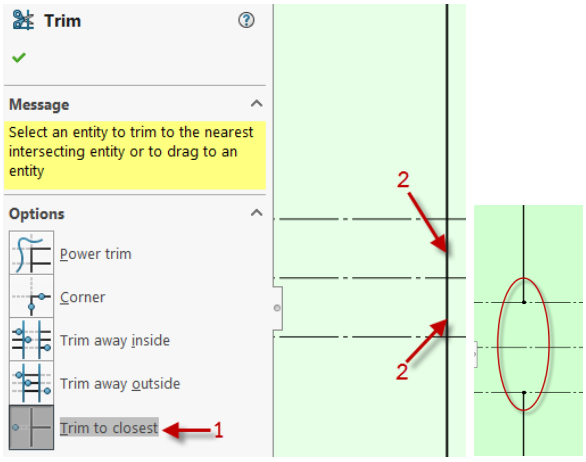


6. กดปุ่ม Ctrl บนแป้นคีย์บอร์ดค้างไว้เลือกเส้นสีดำทั้งสองที่เกิดจากการ Offset ในข้อ 5 ทำเครื่องหมายหน้า For construction ใต้ Options ใน Properties Manager เส้นทั้งสอง

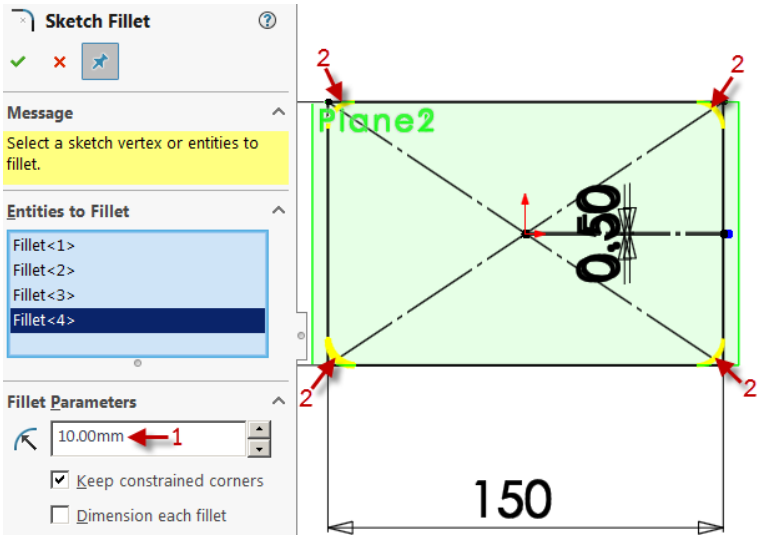
จะเปลี่ยนเป็น Centerline ขยายส่วนที่เส้นตัดกันด้านปลายโดยเรียกคำสั่ง Zoom to Area (View tool bar) คลิก



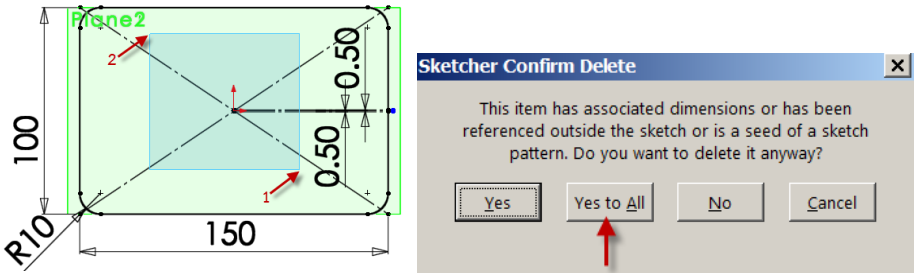
7. เรียกคำสั่ง Trim Entities (1) เลือก Trim to closest ภายใต้ Options (2) ตัดเส้นบริเวณที่ Zoom ในข้อ 6 ทั้งสอง คลิกที่ คลิก Zoom to fit (View tool bar)



8. เรียกคำสั่ง Sketch Fillet (1) ใส่ค่า 10 สำหรับ Fillet Radius ภายใต้ Fillet Parameter (2) เลือกที่มุมทั้งสี่ และคลิก สองครั้ง



9. เลือกเส้น Centerline ทั้ง 5 เส้นภายในสี่เหลี่ยมโดยคลิกที่ 1 ไปยัง 2 และลบเส้นทั้ง 5 โดยกดที่ปุ่ม Delete บนแป้นคีย์บอร์ด ตอบ Yes to All ในกล่องข้อความ



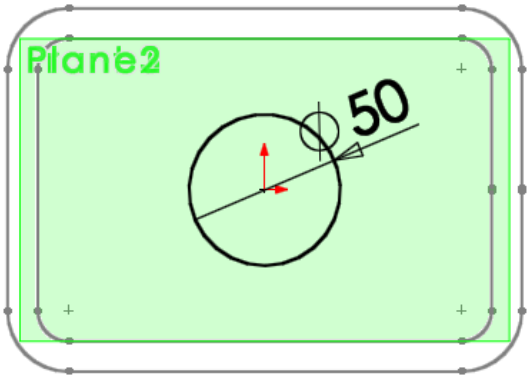
10. คลิกที่ Exit Sketch

การ Sketch ทรงกลมลดขนาดสี่เหลี่ยมบน Plane1

1. คลิกที่ Plane1 Plane1 (Feature Manager Design Tree)

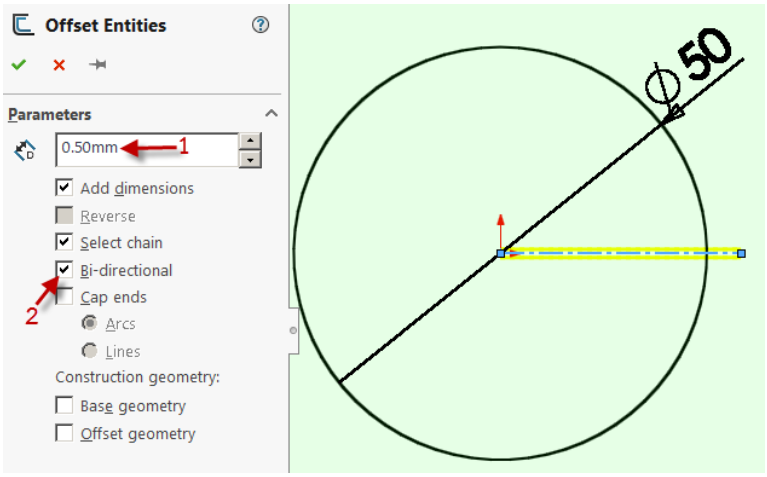
2. เรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Plane1

3. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch tool bar) กดอักษร F บนแป้นคีย์บอร์ดเพื่อเปลี่ยน View port เป็น Front view คลิกที่ Origin เป็นจุดศูนย์กลางวงกลมและกำหนดขนาด 50 คลิก

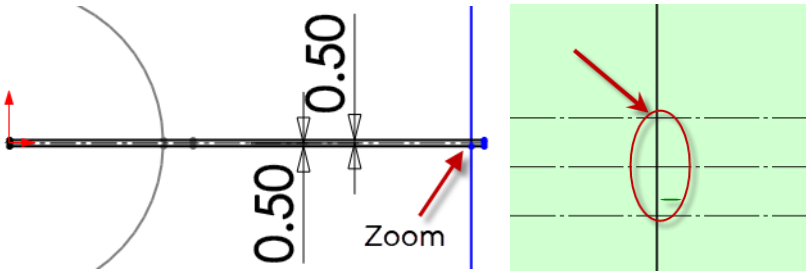


4. เรียกคำสั่ง Centerline (Sketch tool bar) ใช้จุด Origin เป็นจุดเริ่มต้นของ Center line เขียนเส้นตัดผ่านวงกลม

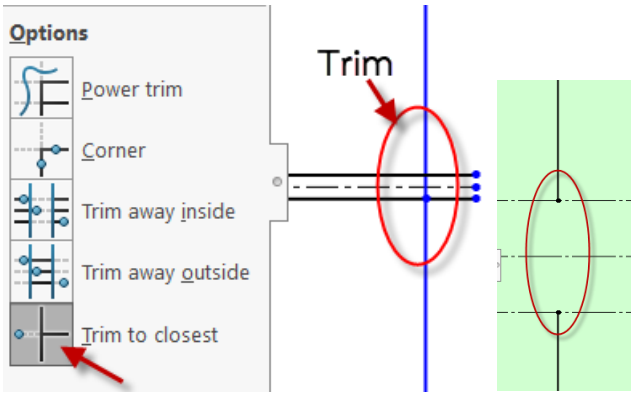
5. เรียกคำสั่ง Offset Entities (Feature Tool bar) (1) ใส่ค่า 0.5 สำหรับ Offset Distant เลือกเส้น Centerline ที่ Sketch ในข้อ 4 (2) ทำเครื่องหมายหน้า Bi-directional คลิก



6. กดปุ่ม Ctrl บนแป้นคีย์บอร์ดค้างไว้เลือกเส้นสีดำทั้งสองที่เกิดจากการ Offset ในข้อ 5 ทำเครื่องหมายหน้า For construction ใน Properties Manager เส้นทั้งสองจะเปลี่ยนเป็น Centerline คลิกที่ ขยายส่วนที่เส้นตัดกันด้านปลายโดยเรียกคำสั่ง Zoom to Area



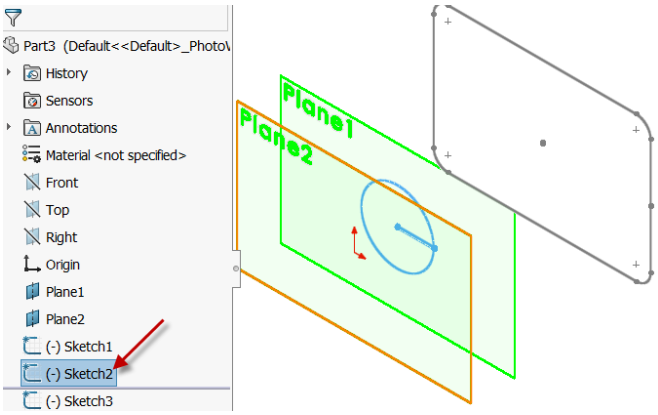
7. เรียกคำสั่ง Trim Entities ตัดเส้นบริเวณที่ Zoom ในข้อ 6 เลือก Trim to closest ภายใต้ Options ตัดเส้นทั้งสอง คลิกที่ คลิก Zoom to Fit และคลิกที่ Exit Sketch ปรับการแสดงภาพเป็น Isometric



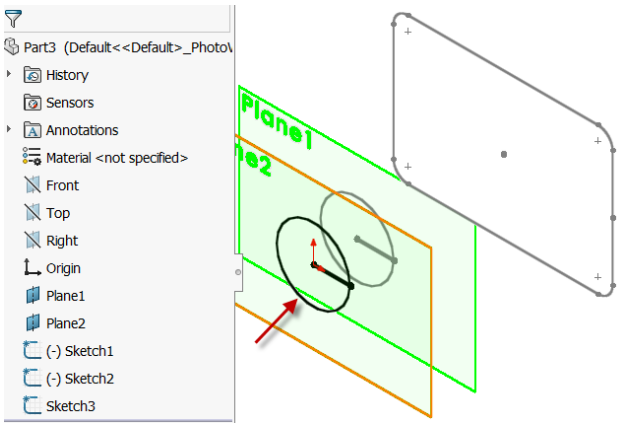
การคัดลอก Sketch ทรงกลม

1. คลิกที่ Plane2 (Feature Manager Design Tree)
2. เรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Plane2

3. คลิกที่ Sketch วงกลมที่ได้สร้างในขั้นตอนที่ผ่านมาใน Feature Manager Design Tree ปรับการแสดงภาพเป็น Isometric



4. เรียกคำสั่ง Convert Entities (Sketch tool bar) Sketch ของวงกลมที่ได้เลือกในข้อ 3 จะถูกคัดลอกไปยัง Plane2 และคลิกที่ Exit Sketch

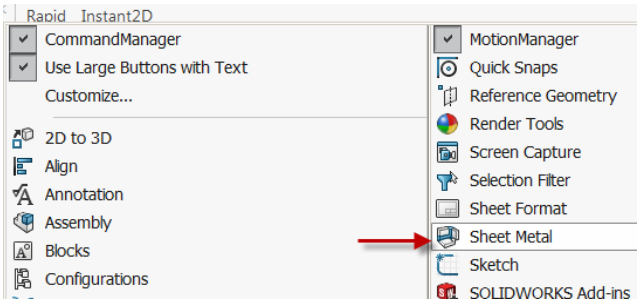


2.8.3 การขึ้นรูปงานแบบ Loft Bends

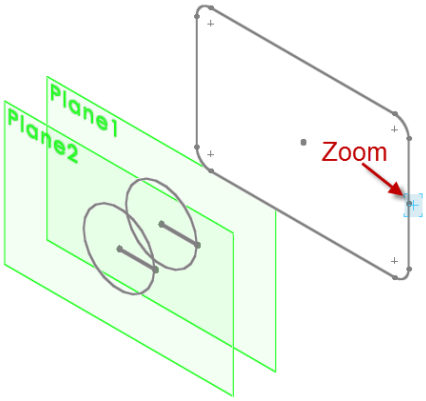
การขึ้นรูป Sheet Metal ด้วยคำสั่ง Lofted-Bend จะทำให้สามารถคลี่ชิ้นส่วนนั้นได้ซึ่งจะต่างการการขึ้นรูปชิ้นส่วนด้วยคำสั่ง Loft Boss/Base ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตามรูป 2.25

สร้าง Lofted-Bend เชื่อมต่อระหว่างที่สี่เหลี่ยมกับทรงกลม

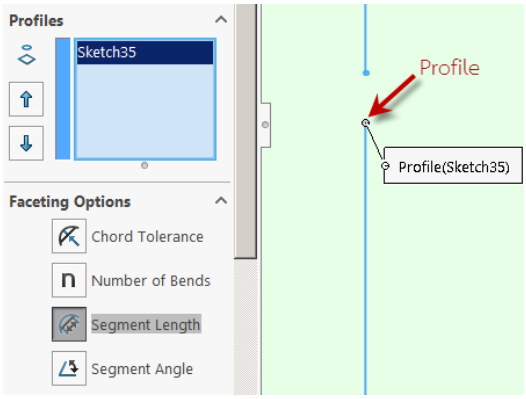
1. เรียกคำสั่ง Lofted-Bend (Sheet Metal Tool bar) เปิด Sheet Metal Tool bar โดยคลิกเมาส์ด้านขวาพื้นที่ว่างบน Command Manager เลือก Sheet Metal



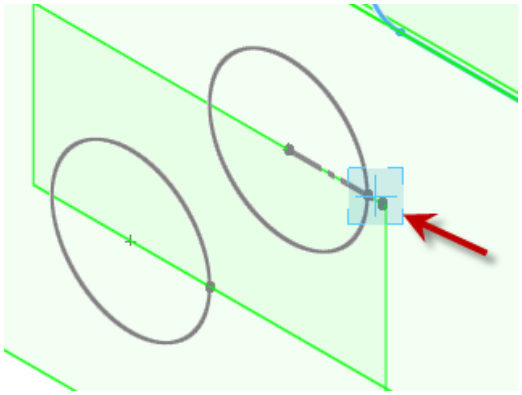
2. เรียกคำสั่ง Zoom (View Heads-Up) ขยายจุดที่ต้องการกำหนดเป็น Profile



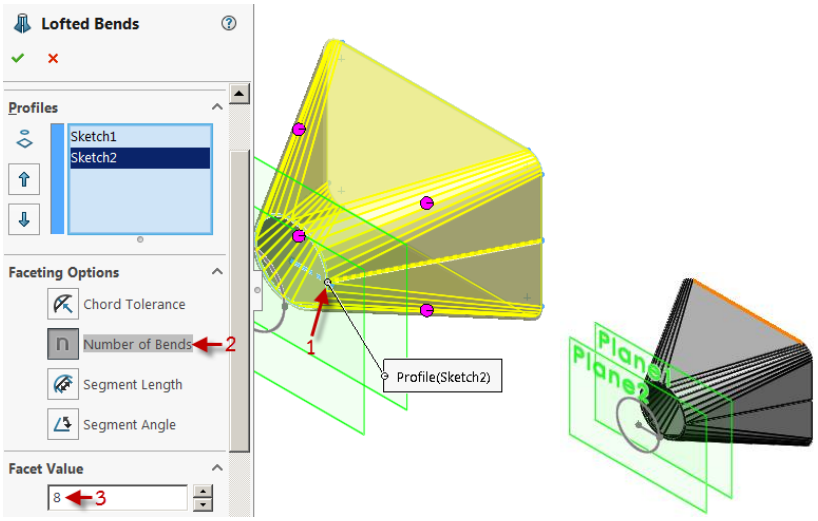
3. คลิกที่ Zoom อีกครั้งเพื่อออกจากคำสั่ง คลิกที่ปลายเส้นบริเวณรอยตัดเพื่อกำหนดเป็น Profile



4. เรียกคำสั่ง Zoom to Fit คลิกที่ Zoom เพื่อ Zoom ที่ Sketch ของวงกลม

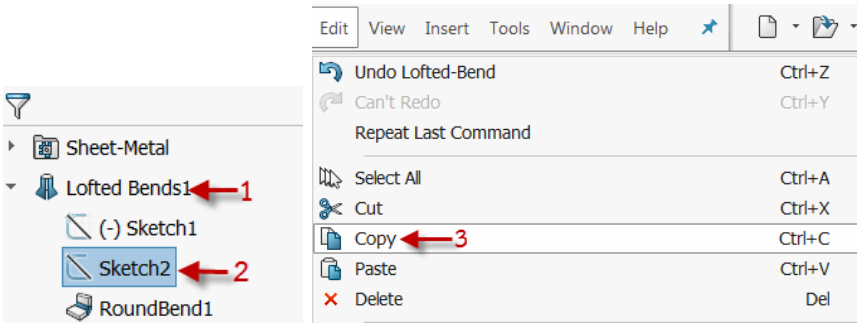


5. คลิกที่ Zoom อีกครั้งเพื่อออกจากคำสั่ง กำหนด Profiles (1) คลิกที่ปลายเส้นบริเวณรอยตัดเพื่อกำหนดเป็น Profile (2) คลิกที่ Number of Bends ภายใต้ Faceting Options (3) ใส่ค่า 8 ภายใต้ Facet Value คลิก จะปรากฏ Sheet Metal และ Lofted Bends เพิ่มขึ้นใน Feature Manager Design Tree

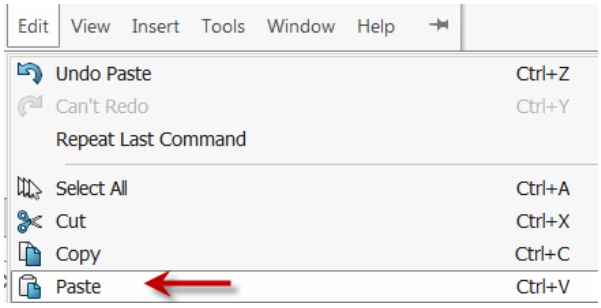


คัดลอก Sketch สำหรับทำ Lofted-Bend ทรงกลม

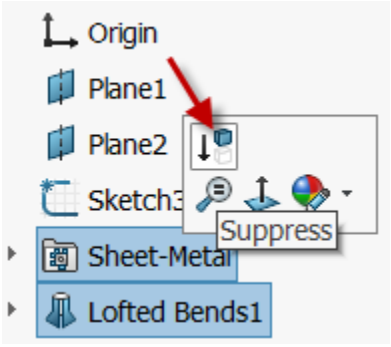
1. คัดลอก Sketch วงกลมที่ถูกสร้างขึ้นในขั้นตอนที่ 5 (1) คลิกที่ศรหน้า Lofted-Bend ใน Feature Manager Design Tree (2) คลิกที่ Sketch2 (3) ไปที่เมนูบาร์>Edit>Copy



2. คลิกที่ Plane1 ใน Feature Manager Design Tree ไปที่เมนูบาร์>Edit> Paste และ Sketch จะถูกคัดลอกไปยัง Plane1



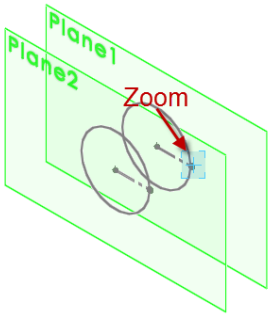
3. กดปุ่ม Ctrl บนคีย์บอร์ดค้างไว้คลิกที่ Sheet-Metal และ Lofted-Bends ใน Feature Manager Design tree เลือก Suppress ในเมนูที่ปรากฏขึ้นมา



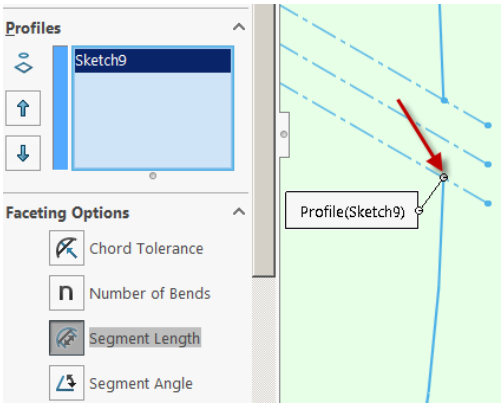
สร้าง Lofted-Bend ที่ทรงกลม

1. เรียกคำสั่ง Lofted-Bend (Sheet Metal Tool bar)

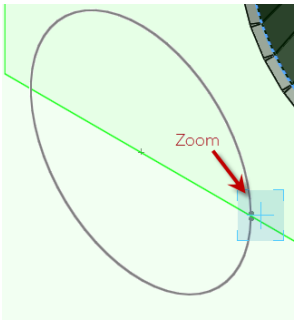
2. เรียกคำสั่ง Zoom (View Heads-Up) ขยายจุดที่ต้องการกำหนดเป็น Profile

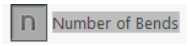


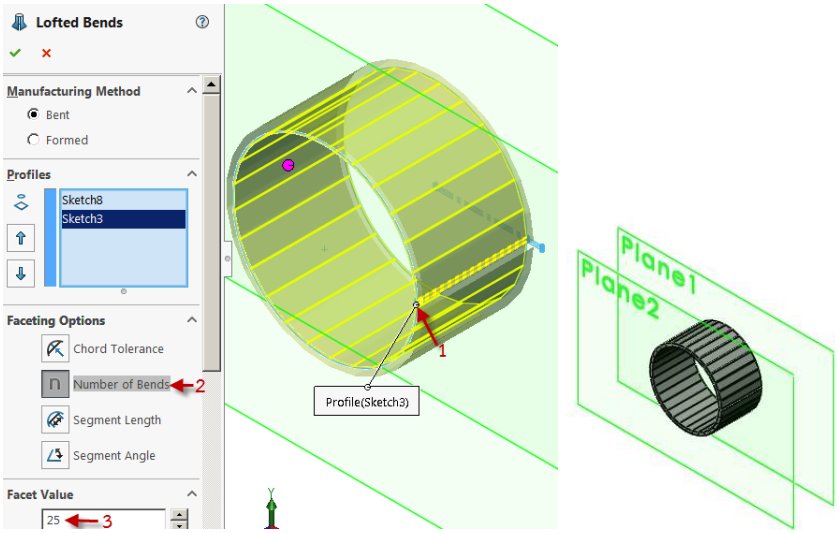
3. คลิก Zoom อีกครั้งเพื่อออกจากคำสั่ง คลิกที่ปลายเส้นบริเวณรอยตัดเพื่อกำหนดเป็น Profile



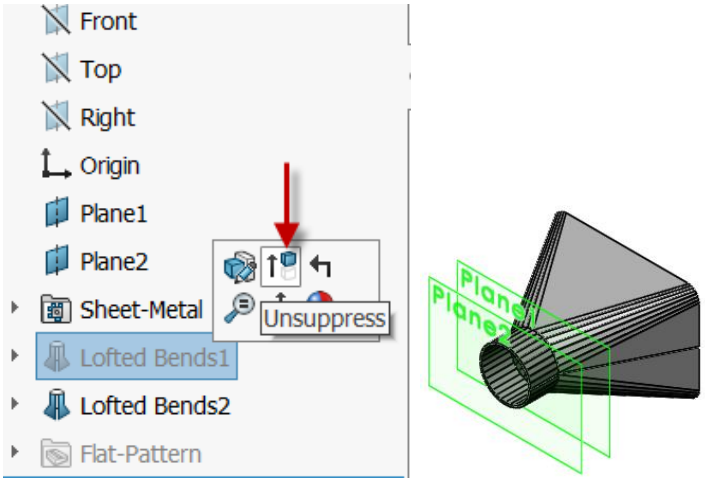
4. เรียกคำสั่ง Zoom (View Heads-Up) ขยายจุดตัดที่วงกลมด้านปลาย



5. คลิก Zoom อีกครั้งเพื่อออกจากคำสั่ง (1) คลิกที่ปลายเส้นบริเวณรอยตัดเพื่อกำหนดเป็น Profile (2) คลิกที่  ภายใต้ Faceting Options (3) ใส่ค่า 25 ภายใต้ Facet Value คลิก จะปรากฏ Sheet Metal และ Lofted Bends เพิ่มขึ้นใน Feature Manager Design Tree

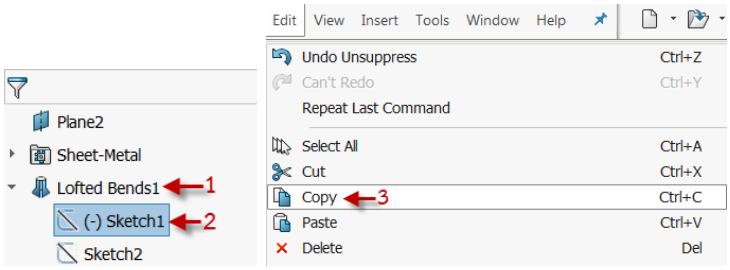


6. คลิกที่ Lofted Bends ที่อยู่ในสถานะ Suppress เมื่อเมนูย่อยปรากฏเลือก Unsuppress

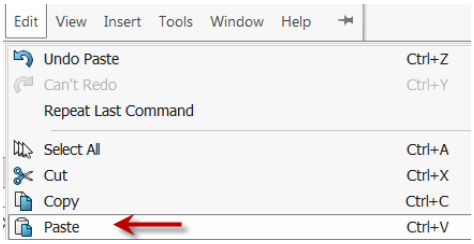


สร้างส่วนปากสี่เหลี่ยม

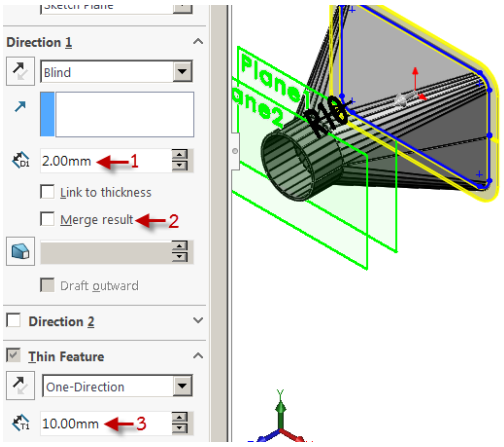
1. คัดลอก Sketch (1) คลิกที่ศรหน้า Lofted-Bend1 (Feature Manager Design Tree) (2) คลิกที่ Sketch1 ไปที่เมนูบาร์>Edit>Copy



2. คลิกที่ Front ใน Feature Manager Design Tree ไปที่เมนูบาร์>Edit> Paste และ Sketch จะถูกสร้างขึ้นใน Feature Manager Design Tree ลำดับสุดท้าย



3. คลิกที่ Sketch ที่ถูกสร้างในข้อ 2 เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (1) ใส่ค่า 2 สำหรับ Depth (2) ปลดเครื่องหมายหน้า Merge result (3) ใส่ค่า 10 สำหรับ Thickness ภายใต้ Thin Feature คลิก และ Save สร้างชื่อไฟล์ Sheet Metal.SLDPRT

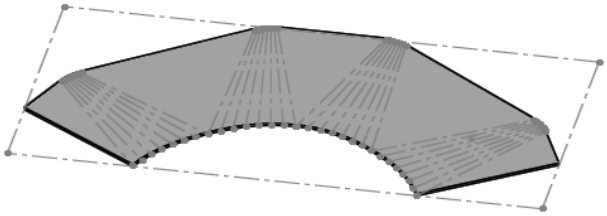


4. เรียกคำสั่งบันทึกไฟล์ Save (Standard tool bar) โดยทำตามขั้นตอนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยตั้งชื่อไฟล์ในช่อง File name เป็น Pic-225.SLDPRT

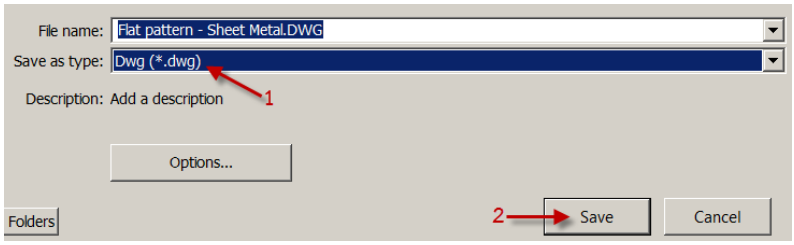
2.8.4 การทำแผ่นคลี่สำหรับงาน Sheet Metal

คำสั่ง Flatten จะช่วยให้ผู้ออกแบบทราบขนาดกว้างคูณยาวของแผ่นโลหะที่ต้องการพับขึ้นรูปโดยไม่ต้องเสียเวลาในการคำนวณและยังสามารถ Export ไปทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่นๆได้

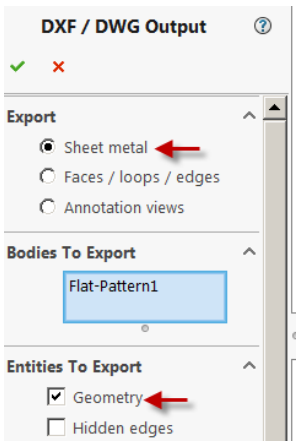
1. คลิกที่ Flatten (Sheet Metal Tool bar)



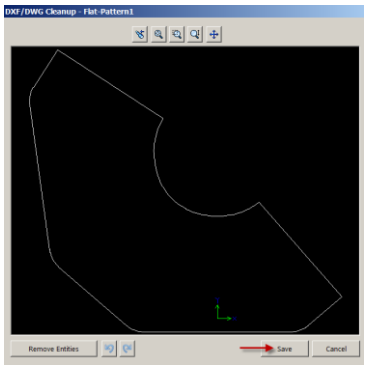
2. แปลงไฟล์เพื่อนำไปทำงานร่วมกับ AutoCAD ไปที่เมนูบาร์>File>Save as ในหน้าต่างให้เลือก (1) ชนิดไฟล์เป็น Dwg(*.dwg) ในช่อง Save as type (2) คลิกที่ Save สำหรับการนำไฟล์ไปใช้งานกับโปรแกรม AutoCAD



3. ทำเครื่องหมายหน้า Sheet Metal และ Geometry คลิก



4. จะปรากฏหน้าต่างแสดงภาพผลลัพธ์ คลิก Save



สรุป

สาระสำคัญ คือ ให้ผู้อ่านเปรียบเทียบรูปทรงระหว่างชิ้นส่วนที่ใช้คำสั่ง Swept Boss/Base กับคำสั่ง Loft Boss/Base และ Loft Bend จะพบว่ารูปทรงชิ้นส่วนที่เหมาะกับ Swept Boss/Base มีลักษณะสมมาตรตลอดเส้นทางการขึ้นรูป แต่รูปทรงของชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปด้วย Loft Boss/Base จะมีลักษณะแตกต่างกันได้ แบบฝึกหัดที่ควรฝึกเพิ่มเติม คือ ข้อที่ 19 และ 20

2.9 หลักการเลือก Part และออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Linear Pattern

มาถึงหัวข้อนี้ผู้อ่านได้ศึกษาเทคนิคและคำสั่งสำหรับการออกแบบ 3 มิติมามากเพียงพอสำหรับการออกแบบรูปทรงต่างๆแล้ว หัวข้อนี้เป็นการประยุกต์เทคนิคที่เคยผ่านมาแล้วเหล่านั้นเพื่อลดเวลาการออกแบบให้เพิ่มขึ้นไปอีก โดยเมื่อผู้ออกแบบมีความชำนาญในการพิจารณารูปทรงที่ต้องการออกแบบแล้วก็จะสามารถแยกลักษณะรูปทรงที่มีความคล้ายกันและจัดกลุ่มเข้ากันไว้ได้ จากนั้นก็ใช้คำสั่งคัดลอกส่วนที่มีความคล้ายกันเหล่านั้น วิธีการเช่นนี้จะช่วยลดเวลาในการออกแบบลงได้มาก

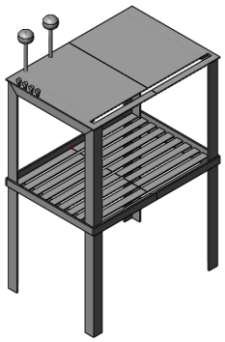
2.9.1 หลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธี Linear Pattern

การใช้เทคนิควิธีการสร้าง Part 3D โดยการคัดลอกเหมาะสำหรับ Part ที่มีลักษณะรูปทรงเหมือนกันเช่นในรูปที่ 2.27 จะเห็นได้ว่าชั้นวางชั้นที่ 2 ถึง 4 จะมีลักษณะเหมือนกับชั้นวางที่ 1 และชุดขาตั้งทั้ง 4 ก็จะมีลักษณะเหมือนกัน ดังนั้น ชิ้นส่วนลักษณะนี้จะมีความเหมาะสม

สำหรับการใช้เทคนิค Linear Pattern จากต้นแบบ ตัวอย่างที่จะแสดงได้จากรูปภาพที่ 2.35 ซึ่งเป็นภาพประกอบจากแบบฝึกหัดท้ายบทคือ Part หมายเลย 15 ดังรูปที่ 2.28

รูปที่ 2.27 ลักษณะชิ้นส่วนที่เหมาะสมกับการออกแบบ 3 มิติโดยการคัดลอก

ที่มา : บิรษัทไทยเมทัลเวิล, 2560

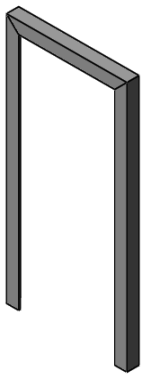


รูปที่ 2.28 Part ที่เหมาะสมกับการออกแบบ 3 มิติโดยการคัดลอก

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.9.2 หลักการออกแบบ Part สำหรับวิธี Linear Pattern

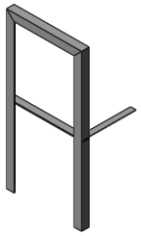
1. สร้างส่วนที่เป็นขาตั้งด้านซ้ายด้วยวิธี Swept Boss/Base



รูปที่ 2.29 การใช้คำสั่ง Swept Boss/Base

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

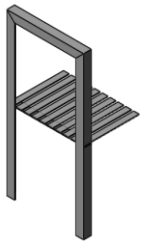
2. สร้างส่วนที่เป็นชั้นรองซึ่งจะเป็นต้นแบบในการ Linear Pattern



รูปที่ 2.30 สร้างต้นแบบสำหรับ Linear Pattern

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

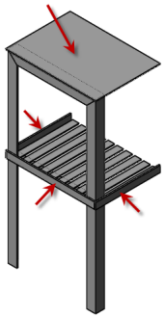
3. คัดลอกด้วย Linear Pattern



รูปที่ 2.31 คัดลอกด้วย Linear Pattern

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

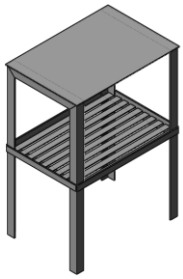
4. สร้างส่วนปิดด้านข้างและด้านบนสำหรับการ Mirror



รูปที่ 2.32 สร้างต้นแบบสำหรับคัดลอกแบบ Mirror

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

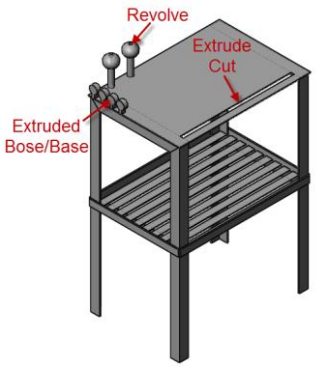
5. คัดลอกต้นแบบด้านซ้ายไปด้านขวาแบบ Mirror



รูปที่ 2.33 คัดลอกแบบ Mirror

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

6. สร้างส่วนประกอบเพิ่มเติมด้วย Revolve, Extruded Boss/Base และ Extruded Cut



รูปที่ 2.34 สร้างส่วนประกอบอื่น

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

2.10 วิธีการออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Linear Pattern

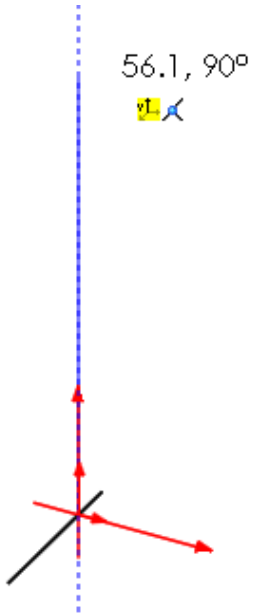
จากรูปที่ 2.27 จะเห็นได้ว่าลักษณะชั้นวางทุกๆชั้นจะมีลักษณะเหมือนกันและหากแบ่งออกเป็นส่วนด้านซ้ายและด้านขวาทั้งสองส่วนก็จะเหมือนกันเมื่อพิจารณาได้เช่นนี้แล้วหมายความว่าสามารถออกแบบเพียงซีกเดียว จากนั้นใช้การคัดลอกแบบLinear Pattern และ Mirror ในรูปที่ 2.28 ผู้เขียนได้นำชิ้นส่วนมาจากการออกแบบในงานวิจัยตามรูปเต็มระบบรูปที่ 2.35 โดยแบ่งขั้นตอนการออกแบบไว้ 5 ขั้นตอน

2.10.1 การสร้าง Part โดยวิธี Linear Pattern

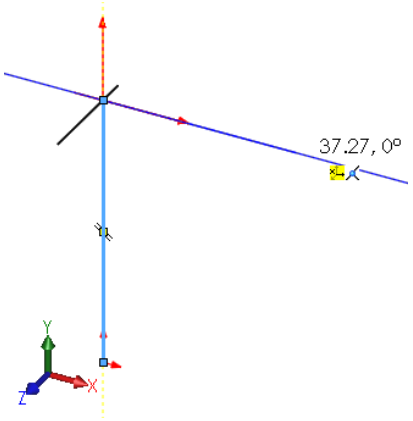
ขั้นตอนนี้เป็นการใช้คำสั่งที่เคยใช้งานผ่านมาแล้วอันประกอบด้วย การสร้าง 3D Sketch การให้ความสัมพันธ์กับ Sketch การสร้าง Sketch สี่เหลี่ยมด้วยคำสั่ง Center Rectangle การขึ้นรูปด้วยคำสั่ง Swept Boss/Base และคัดลอกแบบแถวตรงด้วยคำสั่ง Linear Pattern จะได้ตามรูปที่ 2.31 ผู้อ่านสามารถศึกษาตัวอย่างนี้แบบคลิปวีดิโอภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับหนังสือได้ที่ www.engineeringksu.com/สื่อการสอน/SolidWorks/บทที่2การออกแบบชิ้นส่วน 3 มิติ (Part)/การออกแบบ 3 มิติโดยวิธี Linear Pattern & Mirror

สร้าง Sketch Path สำหรับขึ้นรูปโดยวิธี Swept Boss/Base

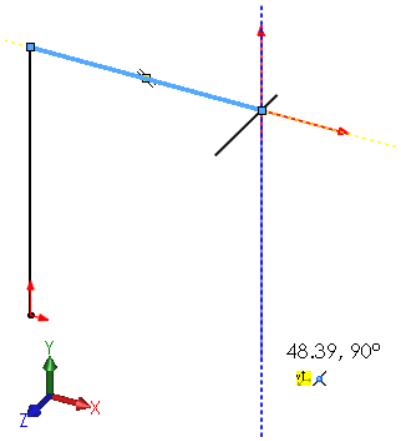
1. สร้างไฟล์ Part ขึ้นใหม่และกำหนดระบบหน่วยเป็น Millimeter ดังแสดงในหัวข้อ 2.2
2. เลือกที่ Top (Feature Manager Design Tree)
3. เรียกคำสั่ง 3D Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Top plane
4. เรียกคำสั่ง line (Sketch tool bar) คลิกที่จุด Origin เขียนเส้นขึ้นในทิศทางของแกน Y โดยประมาณ 50 (สามารถเปลี่ยนทิศทางของ Coordinate โดยกดปุ่ม Tab)



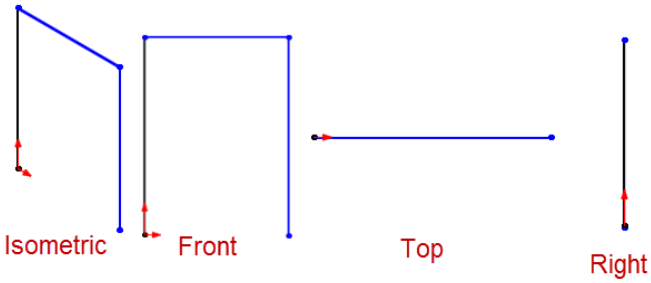
5. เขียนเส้นต่อไปทางด้านขาวมือในทิศทางแกน X โดยประมาณ 37



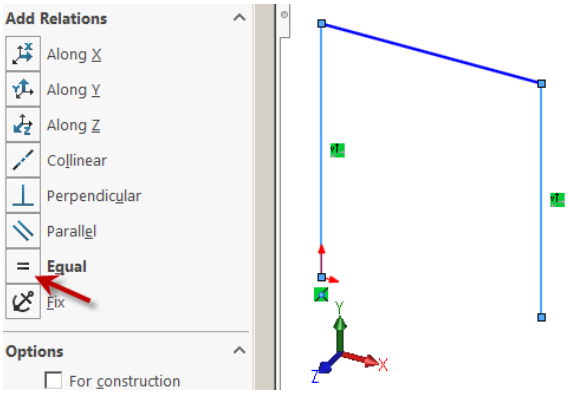
6. เขียนเส้นลงด้านล่างในทิศทางของแกน Y โดยประมาณ 50 กดที่ปุ่ม ESC บนคีย์บอร์ดเพื่อจบคำสั่ง



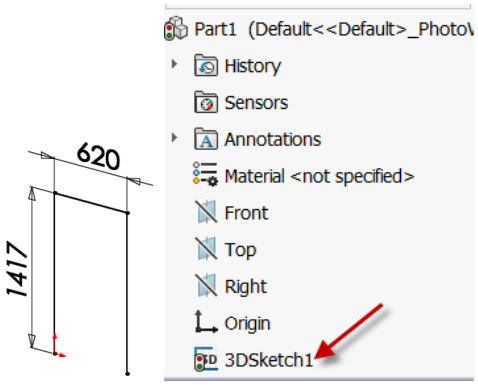
7. ตรวจสอบความถูกต้องของ Sketch โดยการปรับการแสดงภาพให้อยู่ในรูป Isometric, Front, Top, Right



8. กดปุ่ม Ctrl บนคีย์บอร์ดค้างไว้และเลือกที่เส้นแนวตั้งทางด้านซ้ายและเส้นแนวตั้งทางด้านขวาเลือก = Equal ภายใต้ Add Relations ใน Properties Manager Design Tree คลิกที่ ✔



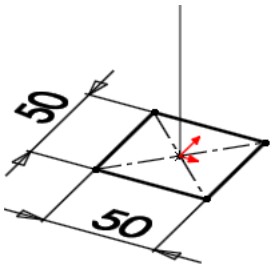
9. เรียกคำสั่ง Smart Dimension (Sketch tool bar) กำหนดขนาดเส้นแนวตั้ง 1417 เส้นแนวนอน 620 คลิกที่ Sketch จะปรากฏ 3DSketch1 ใน Feature Manager Design Tree



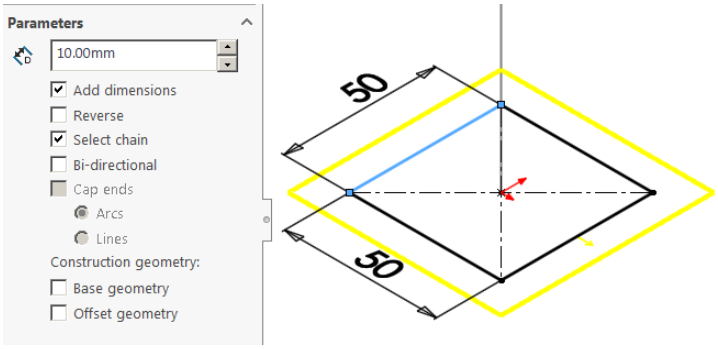
สร้าง Sketch Profile สำหรับขึ้นรูปโดยวิธี Swept Boss/Base

1. เลือกที่ Top (Feature Manager Design Tree)

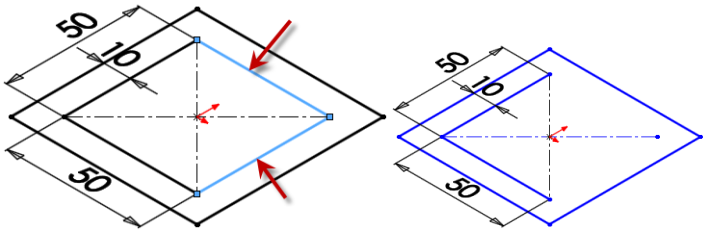
2. เรียกคำสั่ง Center Rectangle (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Top plane เขียนรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้จุด Origin เป็นจุดศูนย์กลางสี่เหลี่ยม กำหนดขนาด 50 x 50



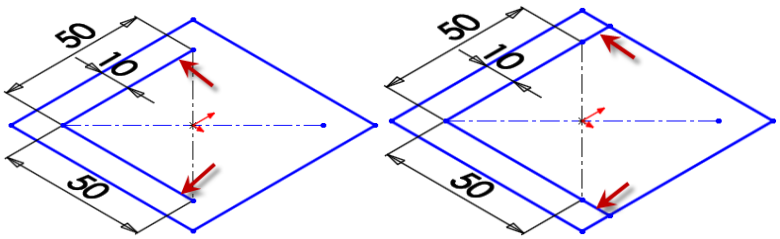
3. เรียกคำสั่ง Offset Entities (Sketch tool bar) ใส่ค่า 10 ในช่อง Offset Distant คลิกที่เส้นต้นฉบับ คลิกที่



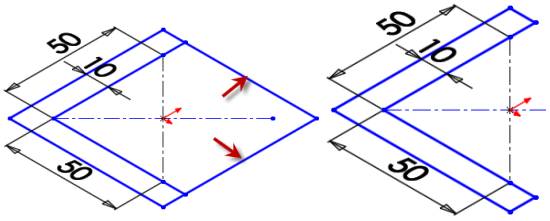
4. กดปุ่ม Ctrl บนคีย์บอร์ดค้างไว้เลือกที่เส้นทั้งสองและกดปุ่ม Delete บนแป้นคีย์บอร์ด เส้นที่เลือกจะถูกลบไป



5. เรียกคำสั่ง Extend Entities (Sketch tool bar) คลิกที่ปลายเส้นที่ถูกลบ ปลายเส้นจะถูกต่อ

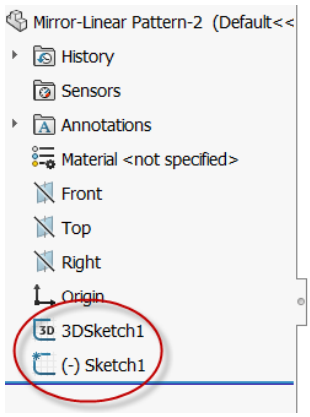


6. เรียกคำสั่ง Trim Entities (Sketch tool bar) เลือก Trim to closest ใต้ Options คลิกที่เส้นทั้งด้านบนและด้านขวาเพื่อตัด และคลิกที่ และ Exit Sketch

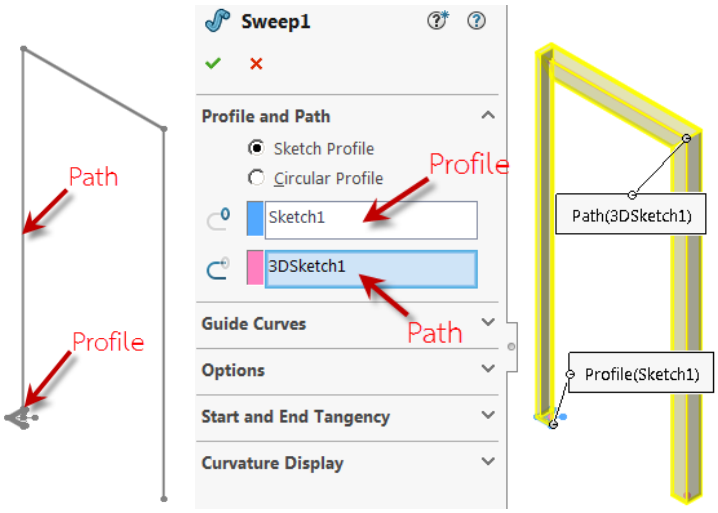


ข้อสังเกต

ใน Feature Manager Design Tree จะปรากฏ Sketch ขึ้นทั้งหมด 2 Sketch ก่อนที่จะสามารถเรียกใช้งานคำสั่ง Swept Boss/Base และให้แน่ใจว่าได้ออกจากโหมด Sketch แล้วมิเช่นนั้นจะไม่สามารถเรียกคำสั่ง Swept Boss/Base ได้

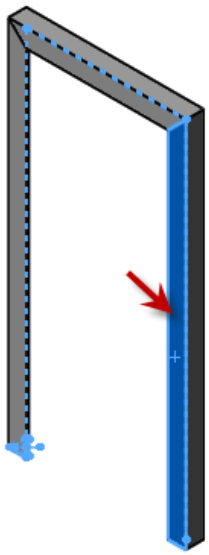


7. เรียกคำสั่ง Swept Boss/Base (Feature tool bar) เลือก Sketch สามเหลี่ยมด้านล่างสำหรับ Profile และเส้นแนวตั้งสำหรับ Path คลิกที่



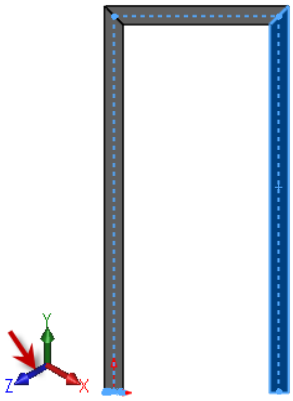
การสร้างส่วนที่เป็นต้นแบบในการ Linear Pattern

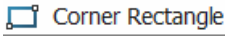
1. คลิกที่ Face ด้านขวา



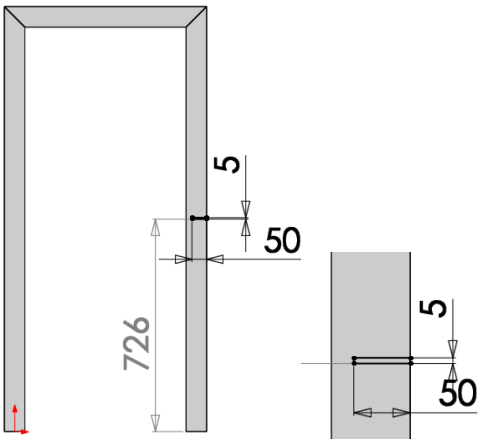
2. เรียกคำสั่ง

(Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดยัง Face ที่ได้เลือก ปรับ View port เป็น Front View โดยการคลิกที่แกน Z ของ Coordinate

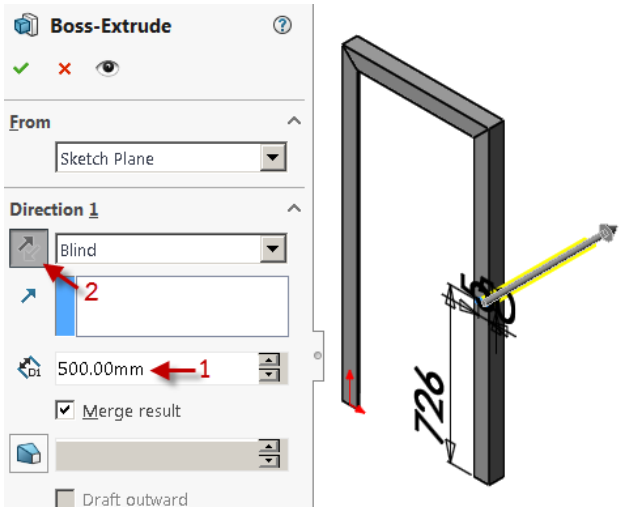


3. เรียกคำสั่ง 

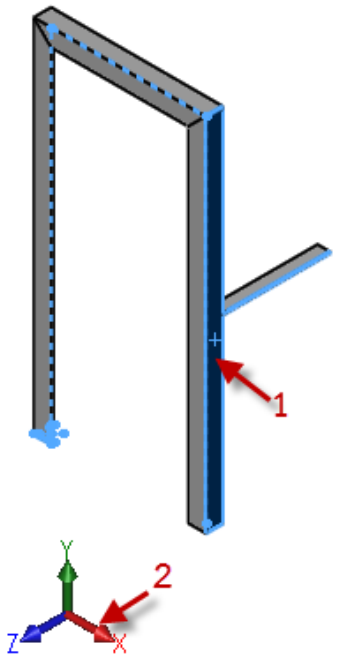
(Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดด้วยคำสั่ง



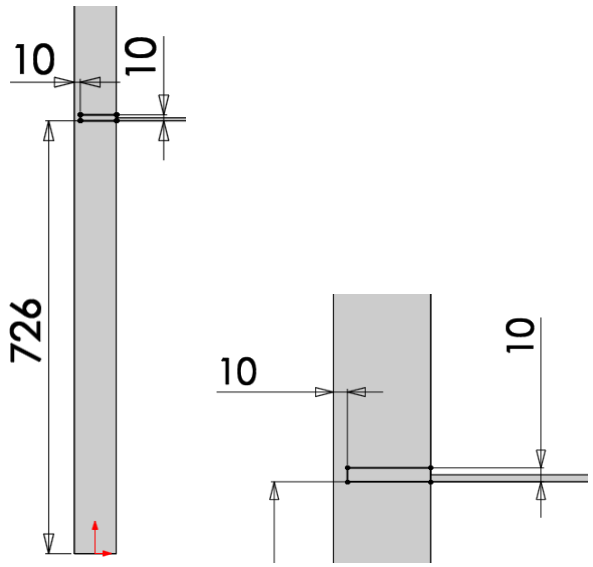
4. คลิกที่ Sketch (1) ใส่ค่า 500 สำหรับ Depth (2) คลิก Reverse Direction เพื่อเปลี่ยนทิศทาง Extrude คลิกที่



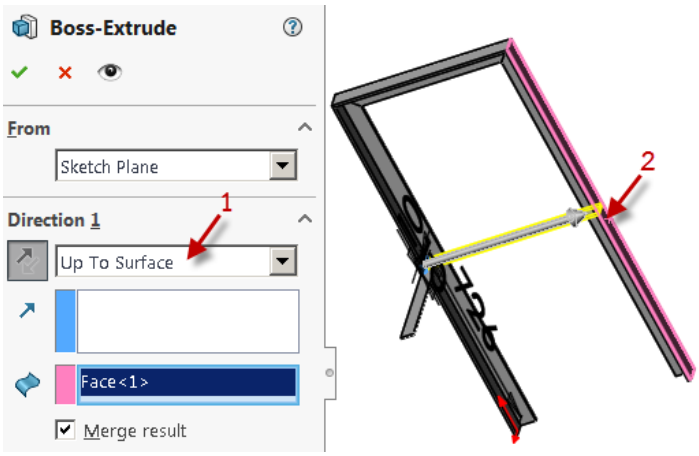
5. เปิด Sketch (1) คลิกที่ Face เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดยัง Face ที่ได้เลือก (2) ปรับ View port เป็น Right View โดยการคลิกที่แกน X ของ Coordinate



6. เรียกคำสั่ง Corner Rectangle (Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดด้วยคำสั่ง Smart Dimension

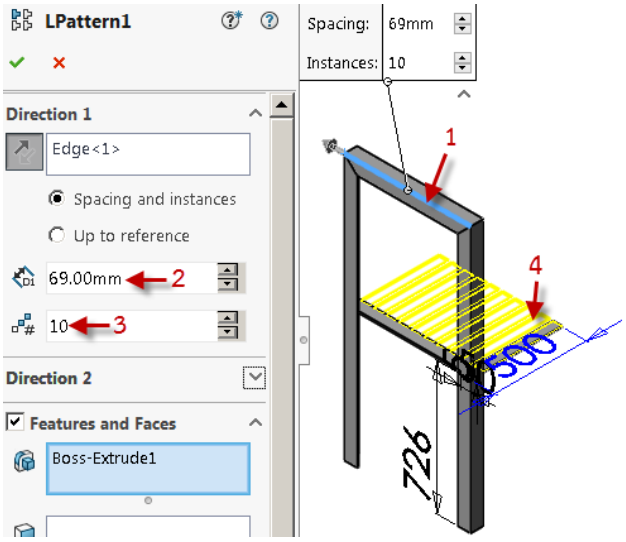


7. คลิกที่ Sketch ปรับการแสดงภาพให้สามารถเลือก Face ดังรูป (1) เลือก Up to Surface สำหรับ End Condition (2) เลือก Face สำหรับ Up to Surface คลิกที่



การคัดลอกแบบ Linear Pattern

1. เรียกคำสั่ง Linear Pattern (Feature tool bar) (1) เลือกที่เส้นขอบด้านบน สำหรับ Pattern Direction (2) ใส่ค่า 69 สำหรับ Spacing (3) ใส่ค่า 10 สำหรับ Number of Instant (4) เลือก Boss-Extruded1 สำหรับ Feature to Pattern ภายใต้ Features and Faces คลิกที่

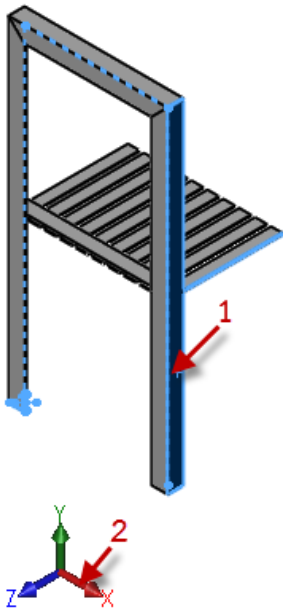


2.10.2 การสร้าง Part โดยวิธี Mirror

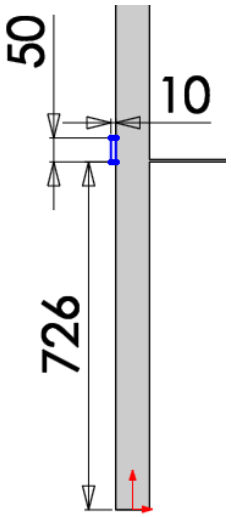
ขั้นตอนนี้เป็นประยุกต์ใช้คำสั่ง Extruded Boss/Base แต่เป็นการกำหนดพื้นผิวปลายทางด้วยตัวเลือก Up to Surface การให้ความสัมพันธ์กับ Sketch แบบ Collinear และการคัดลอกแบบ Mirror จะได้ตามรูปที่ 2.33 ใช้คำสั่ง Revolve Boss/Base และ Extruded Boss/Base จะได้ตามรูปที่ 2.34

สร้างส่วนปิดด้านข้าง

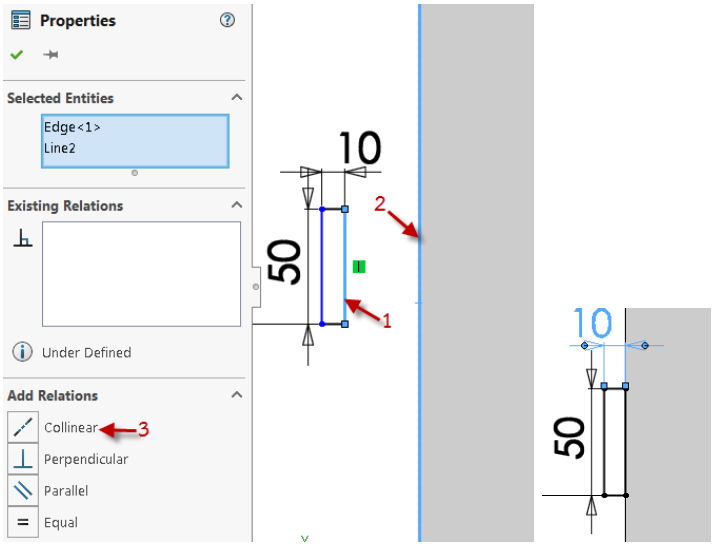
1. เปิด Sketch (1) คลิกที่ Face เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) (2) ปรับ View port เป็น Right View โดยคลิกที่แกน X ของ Coordinate



2. เรียกคำสั่ง Corner Rectangle (Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดด้วย Smart Dimension คลิกที่ ✔ เพื่อจบคำสั่งกำหนดขนาด

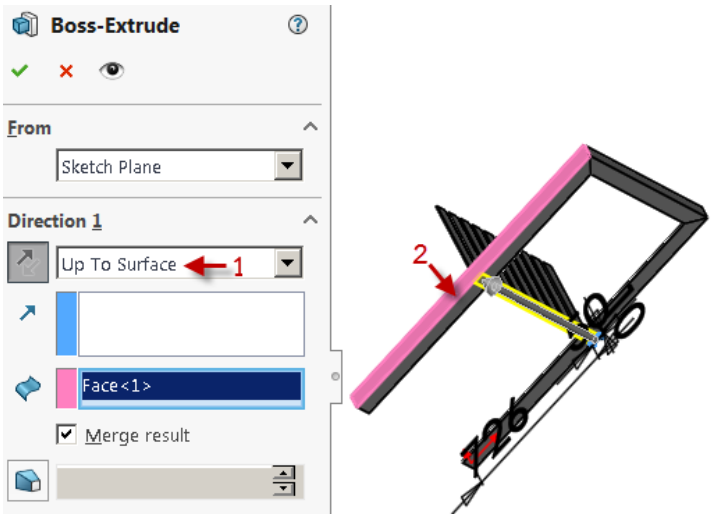


3. สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง Entity โดย (1) กด Ctrl บนแป้นคีย์บอร์ดค้างไว้คลิกที่เส้นแนวตั้งด้านขวาของสี่เหลี่ยม (2) คลิกที่ขอบด้านซ้ายของ Face (3)คลิกที่ Collinear ใน Properties Manager คลิกที่



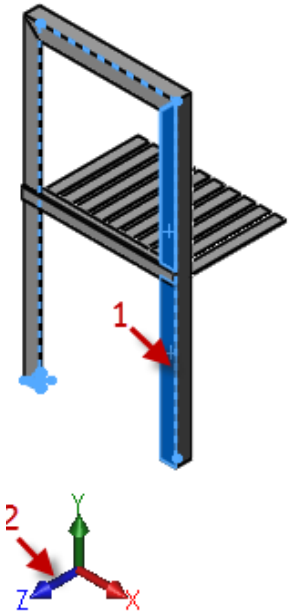
4. คลิกที่

(1) เลือก Up to Surface สำหรับ End Condition (2) เลือก Face สำหรับ Up to Surface คลิกที่



5. เปิด Sketch (1) คลิกที่ Face เรียกคำสั่ง

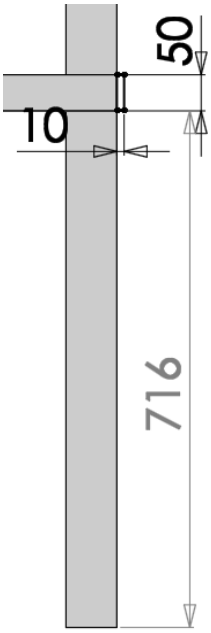
(Feature tool bar) (2) ปรับ View port เป็น Front View โดยคลิกที่แกน Z ของ Coordinate



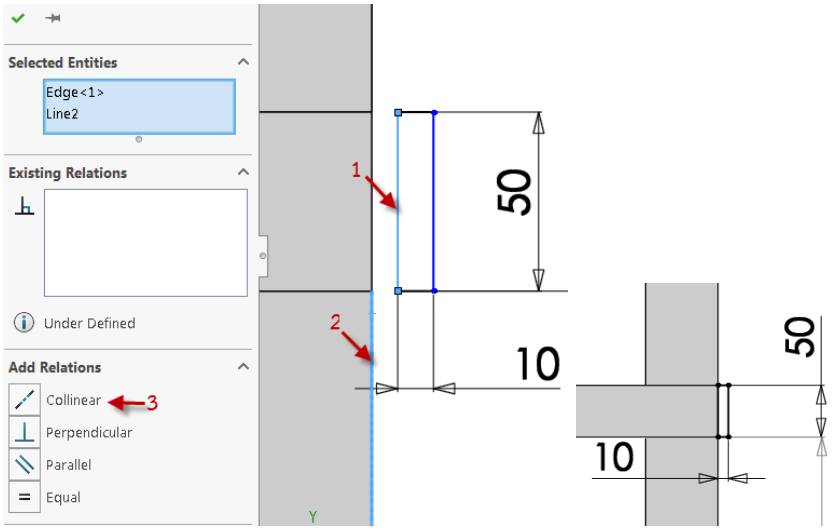
6. เรียกคำสั่ง

(Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดด้วย

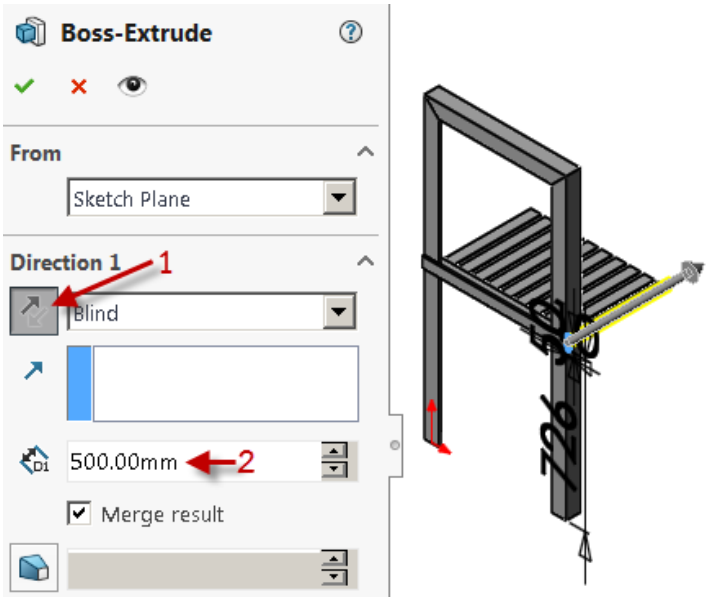
คลิกที่ เพื่อจบคำสั่งกำหนดขนาด



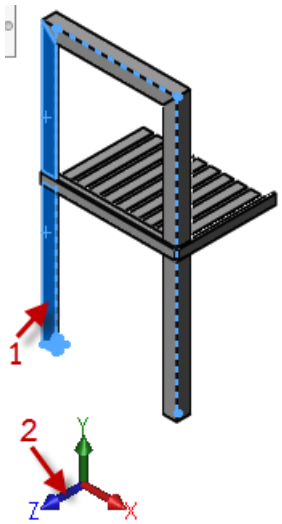
7. สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง Entity โดย (1) กด Ctrl บนแป้นคีย์บอร์ดค้างไว้ คลิกที่เส้นแนวตั้งด้านซ้ายของสี่เหลี่ยม (2) คลิกที่ขอบด้านซ้ายของ Face (3) คลิกที่ Collinear ใน Properties Manager คลิกที่



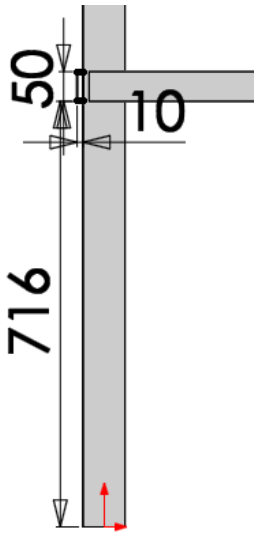
8. คลิกที่ (1) คลิกที่ Reverse Direction เพื่อเปลี่ยนทิศทางการ Extrude (2) ใส่ค่า 500 สำหรับ Depth คลิกที่



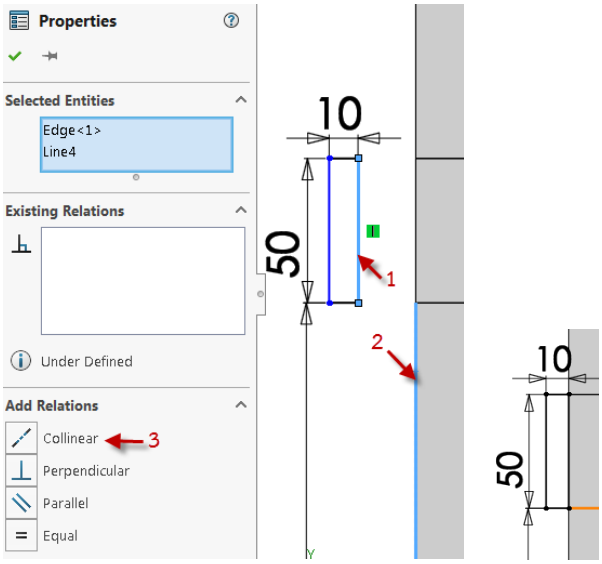
9. เปิด Sketch (1) คลิกที่ Face เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) (2) ปรับ View port เป็น Front View โดยคลิกที่แกน Z ของ Coordinate



10. เรียกคำสั่ง Corner Rectangle (Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมและกำหนดขนาดด้วย Smart Dimension คลิกที่ เพื่อจบคำสั่งกำหนดขนาด

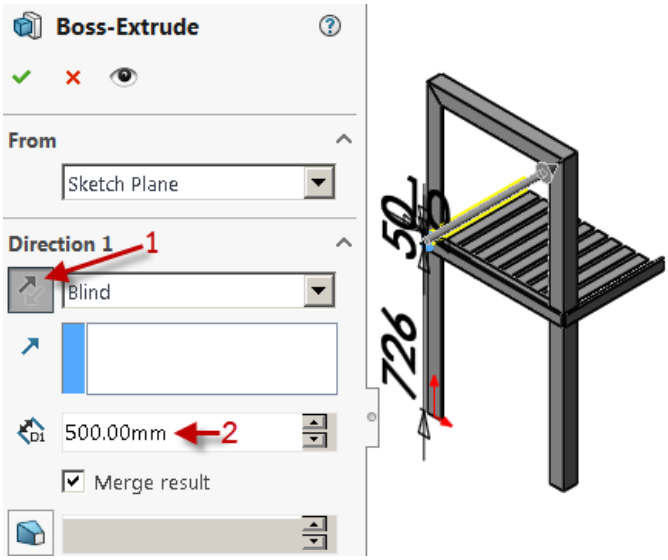


11. สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง Entity โดย (1) กด Ctrl บนแป้นคีย์บอร์ดค้างไว้ คลิกที่เส้นแนวตั้งด้านขวาของสี่เหลี่ยม (2) คลิกที่ขอบด้านซ้ายของ Face (3) คลิกที่ Collinear ใน Properties Manager คลิกที่



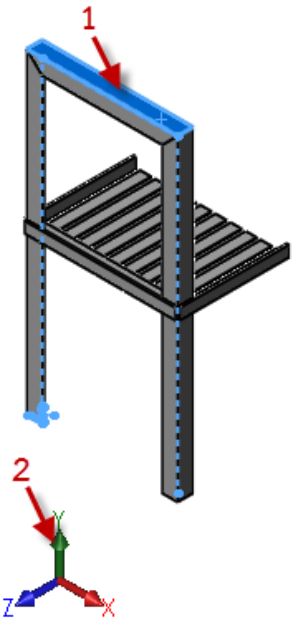
12. คลิกที่

(1) คลิกที่ Reverse Direction เพื่อเปลี่ยนทิศทางการ Extrude (2) ใส่ค่า 500 สำหรับ Depth คลิกที่

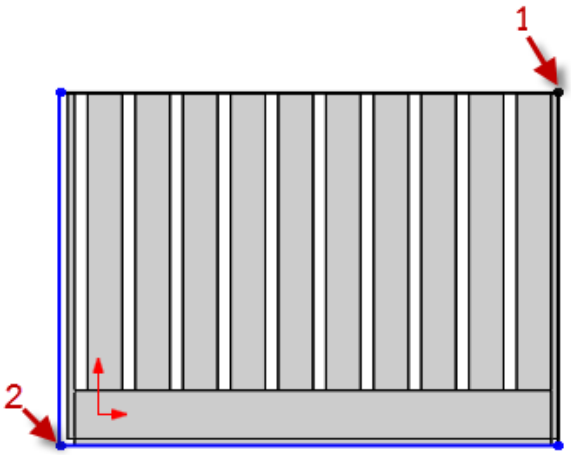


สร้างชั้นด้านบน

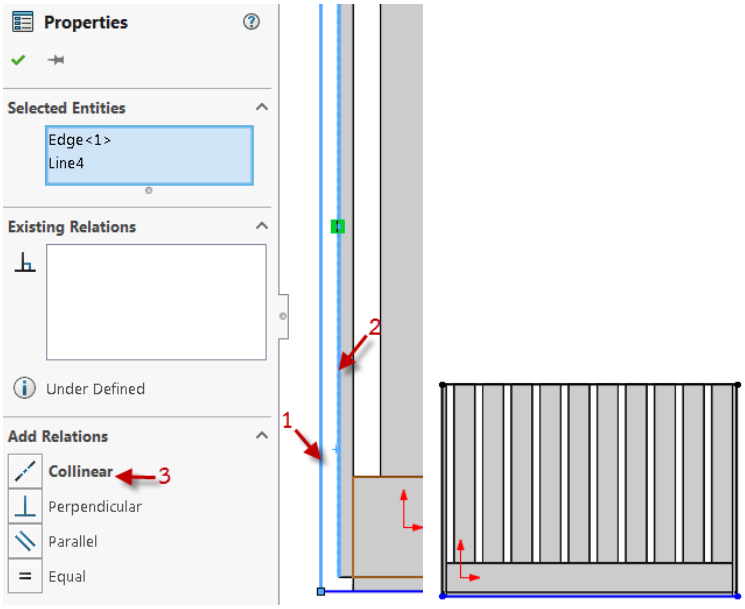
1. เปิด Sketch (1) คลิกที่ Face เรียกคำสั่ง Extruded Boss/Base (Feature tool bar) (2) ปรับ View port เป็น Top View โดยคลิกที่ แกน Y ของ Coordinate



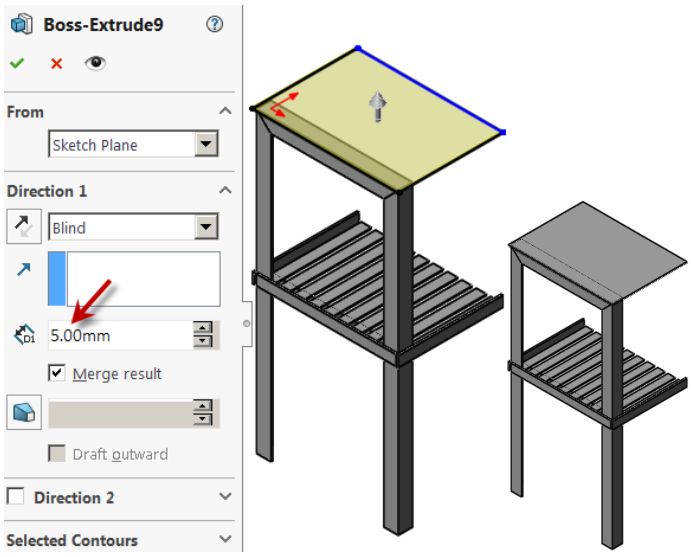
2. เรียกคำสั่ง Corner Rectangle (Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยมโดยกำหนดจุดที่ 1 เป็นมุมขวาด้านบนและจุดที่ 2 เป็นมุมซ้ายด้านล่าง



3. สร้างความสัมพันธ์ระหว่าง Entity โดย (1) กด Ctrl บนแป้นคีย์บอร์ดค้างไว้ คลิกที่เส้นแนวตั้งด้านซ้าย (2) คลิกที่เส้นแนวตั้งด้านขวา (3) คลิกที่ Collinear ใน Properties Manager คลิกที่

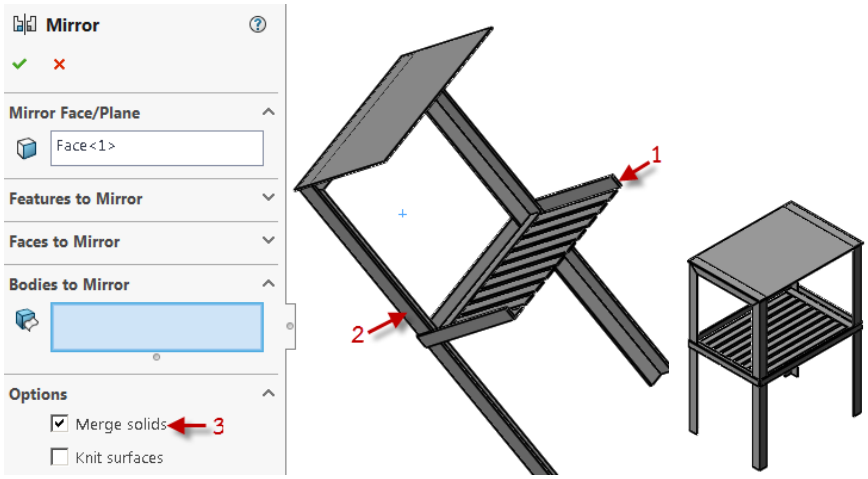


4. คลิกที่ Sketch ใส่ค่า 5 สำหรับ Depth ภายใต้ Direction1 คลิกที่



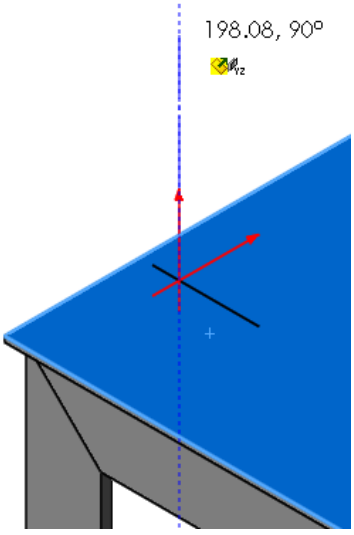
คัดลอกแบบ Mirror

เรียกคำสั่ง Mirror (Feature tool bar) (1) กำหนด Mirror Face/Plane (2) กำหนด Solid/Surface Bodies to Mirror ภายใต้ Bodies to Mirror (3) ทำเครื่องหมายหน้า Merge solids คลิกที่ ✔

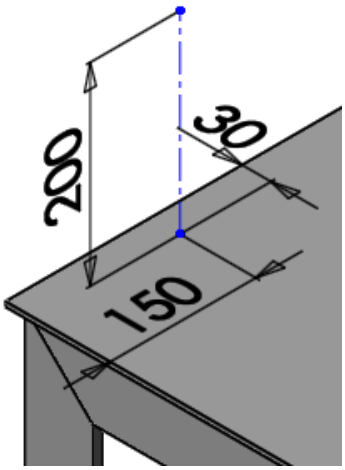


สร้างอุปกรณ์แสดงสถานะการผลิตไฟฟ้าจาก Generator

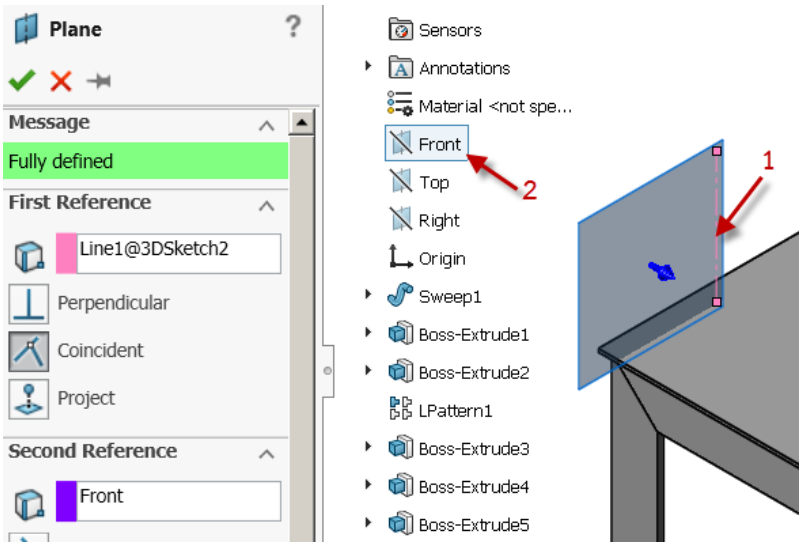
1. คลิกที่ Face ด้านบนและเรียกคำสั่ง 3D Sketch (Sketch tool bar) เขียนเส้น Centerline ขึ้นในแนวตั้งโดยเริ่มที่จุด Origin (สามารถปรับทิศทางของ Origin โดยกดที่ปุ่ม Tab) กด Esc เพื่อจบคำสั่งเขียนเส้น



2. กำหนดตำแหน่งเส้น Centerline คลิกที่ ✔ และคลิกที่ Sketch

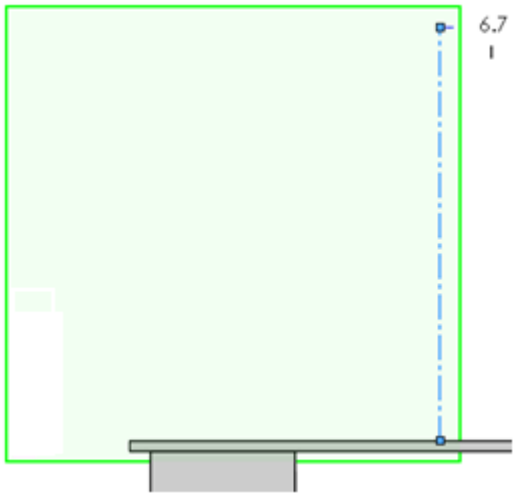


3. เรียกคำสั่ง Plane (Feature tool bar) (1) คลิกที่เส้น Centerline สำหรับ First Reference (2) คลิกที่ Front (Feature Manager Design Tree Fly Out) สำหรับ Second Reference คลิกที่ ✔



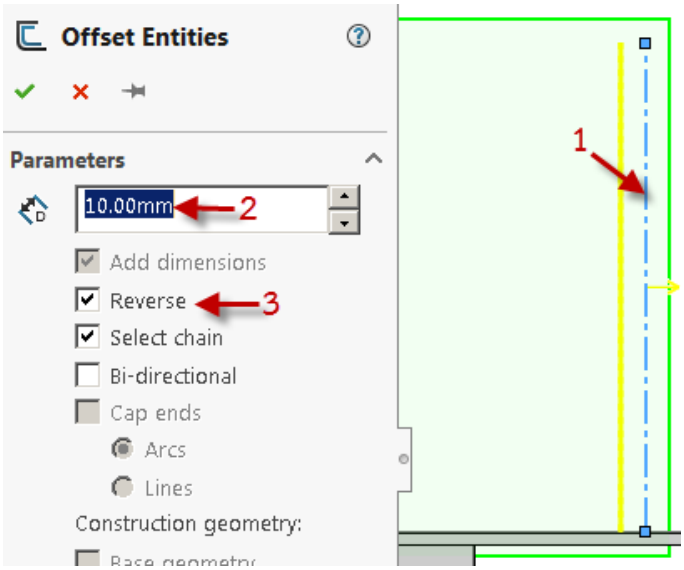
4. คลิกที่ Plane1 ที่ได้สร้างในข้อ 3 เรียกคำสั่ง

(Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Plane1 ปรับ View port เป็น Right View

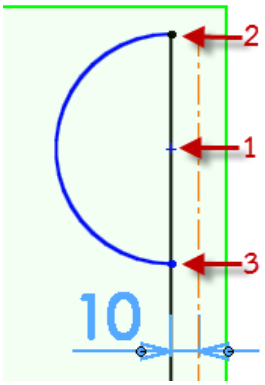


5. เรียกคำสั่ง

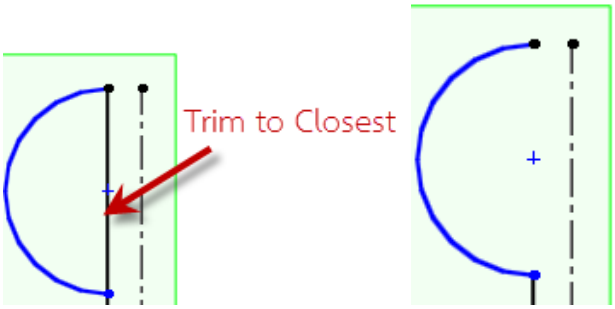
(Sketch tool bar) (1) คลิกที่ Centerline (2) ใส่ค่า 10 สำหรับ Offset Distant ภายใต้ Parameters (3) ปรับทิศทางการ Offset โดยทำเครื่องหมายหน้า Reverse คลิกที่ ✔



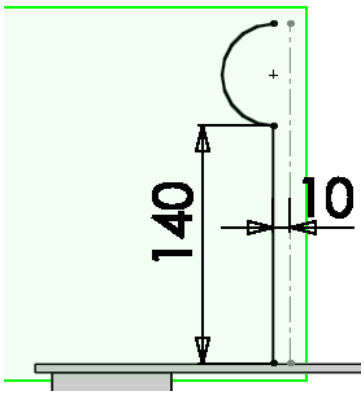
6. เรียกคำสั่ง Centerpoint Arc (Sketch tool bar) (1) กำหนดจุดศูนย์กลาง (2) จุดเริ่มต้น (3) จุดสุดท้ายของส่วนโค้งโดยการประมาณ



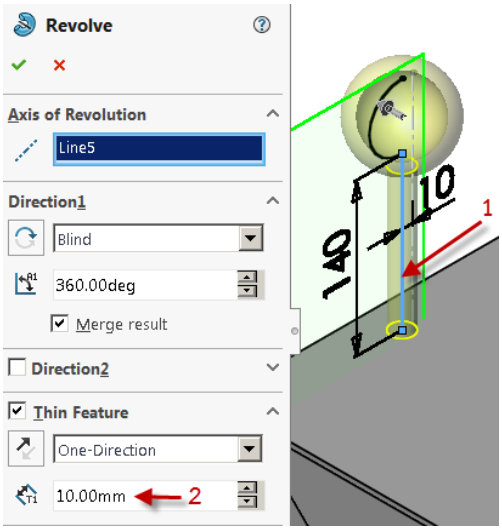
7. เรียกคำสั่ง (Sketch tool bar) เลือก ภายใต้ Options คลิกที่เส้นที่อยู่ตรงกลางระหว่างส่วนโค้ง คลิกที่ ✔



8. เรียกคำสั่ง (Sketch tool bar) กำหนดขนาดเส้นแนวตั้ง 140 คลิกที่ ✔

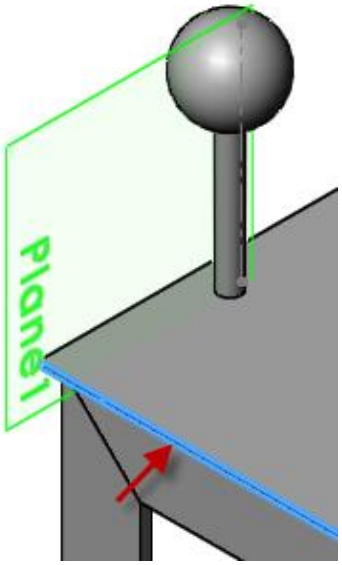


9. เรียกคำสั่ง Revolved Boss/Base (Feature tool bar) (1) เลือกเส้นความยาว 140 สำหรับ Axis of Revolution (2) ใส่ค่า 10 สำหรับ Direction1 Thickness ภายใต้ Thin Feature คลิกที่



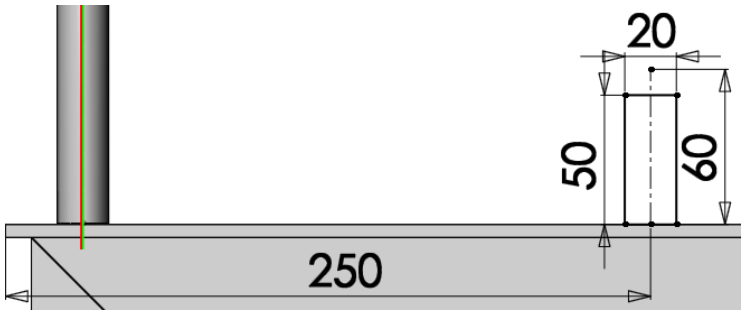
สร้างอุปกรณ์วัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า

1. คลิกที่ Face และเรียกคำสั่ง Sketch (Sketch tool bar) Sketch จะถูกเปิดบน Face ที่เลือก และปรับ View port เป็น Front View โดยกดที่อักษร F บนแป้นคีย์บอร์ด

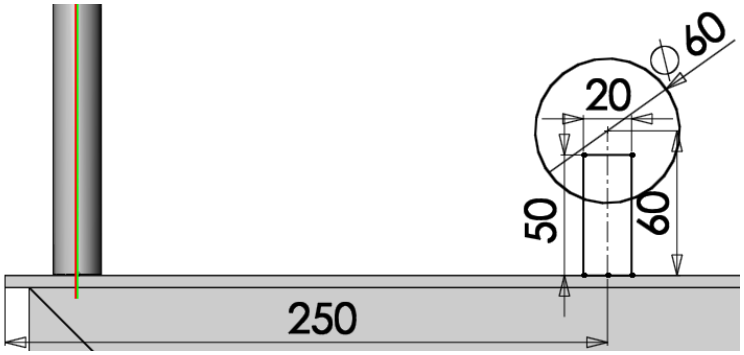


2. เรียกคำสั่ง Corner Rectangle (Sketch tool bar) Sketch สี่เหลี่ยม (1) กำหนด Entity ขอบบนเป็นจุดเริ่มต้นสี่เหลี่ยม และกำหนดขนาดของสี่เหลี่ยม

3. เรียกคำสั่ง Centerline (Sketch tool bar) ใช้จุดกึ่งกลางของสี่เหลี่ยมเป็นจุดเริ่มต้นของ Centerline เขียนเส้นขึ้นในแนวตั้งและกำหนดขนาด

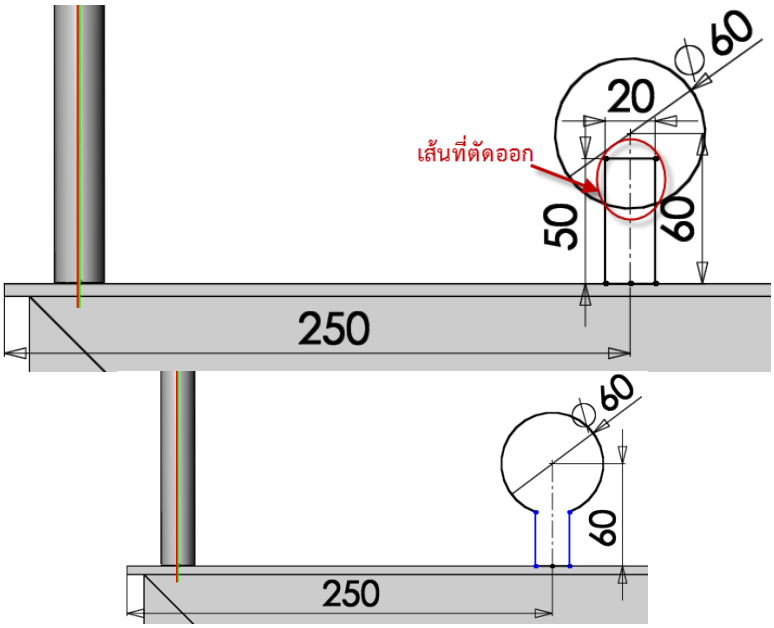


4. เรียกคำสั่ง Circle (Sketch tool bar) ใช้ปลายเส้น Centerline เป็นจุดศูนย์กลางวงกลมเขียนวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 60



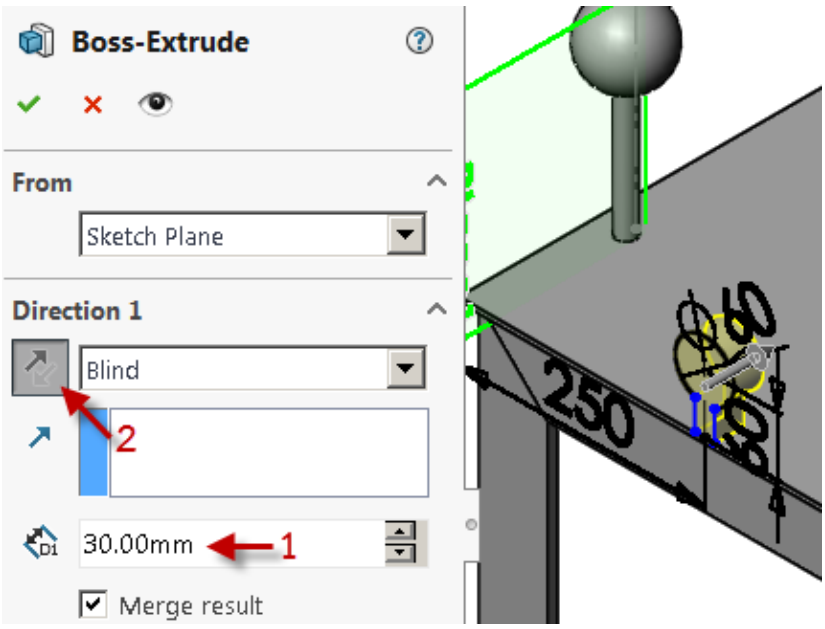
5. เรียกคำสั่ง

(Sketch tool bar) ตัดเส้นที่ไม่ต้องการออก คลิกที่ ✔



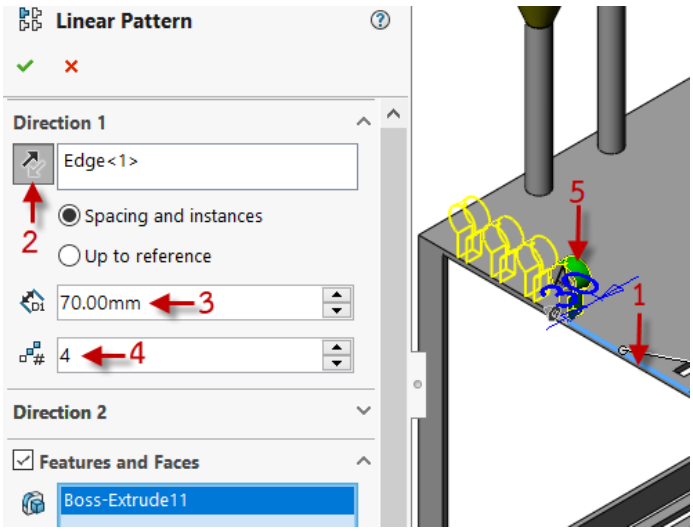
6. เรียกคำสั่ง

(Feature tool bar) ปรับการแสดงภาพเป็น Isometric view โดยกดอักษรตัว I ที่แป้นคีย์บอร์ด (1) ใส่ค่า 30 สำหรับ Depth (2) คลิกที่ Reverse Direction เพื่อเปลี่ยนทิศทางการ Extruded คลิกที่ ✔

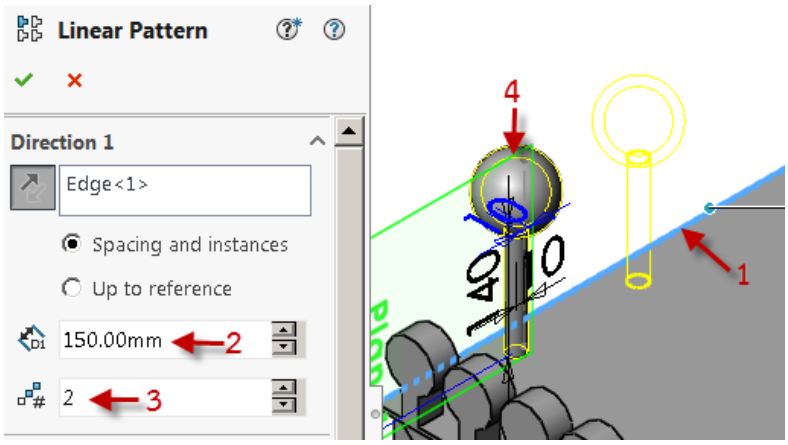


คัดลอกแบบ Linear Pattern

1. เรียกคำสั่ง Linear Pattern (Feature tool bar) (1) กำหนดทิศทางการคัดลองโดยคลิกที่เส้นขอบผิวบนสำหรับ Pattern Direction (2) คลิกที่ Reverse Direction เพื่อเปลี่ยนทิศทางการคัดลอก (3) ใส่ค่า 70 สำหรับ Spacing (4) ใส่ค่า 4 สำหรับ Number of Instant (5) คลิกที่ Boss-Extrude สำหรับ Feature and Faces คลิกที่



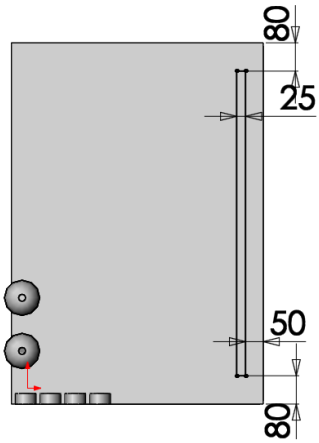
2. เรียกคำสั่ง Linear Pattern (Feature tool bar) (1) คลิกที่เส้นขอบสำหรับ Pattern Direction (2) ใส่ค่า 150 สำหรับ Spacing (3) ใส่ค่า 2 สำหรับ Number of Instant (4) คลิกที่ Revolve-Thin1 สำหรับ Feature and Face คลิกที่



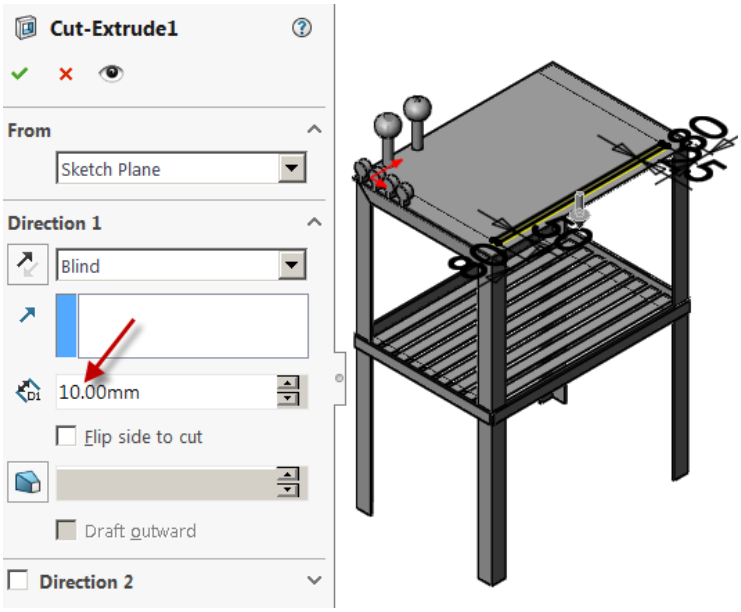
เจาะพื้นรองสำหรับยึด Generator

1. เลือกที่ Face ด้านบน เรียกคำสั่ง Extruded Cut (Feature tool bar) Sketch จะถูกเปิดที่ Face ด้านบน ปรับ View port เป็น Top view

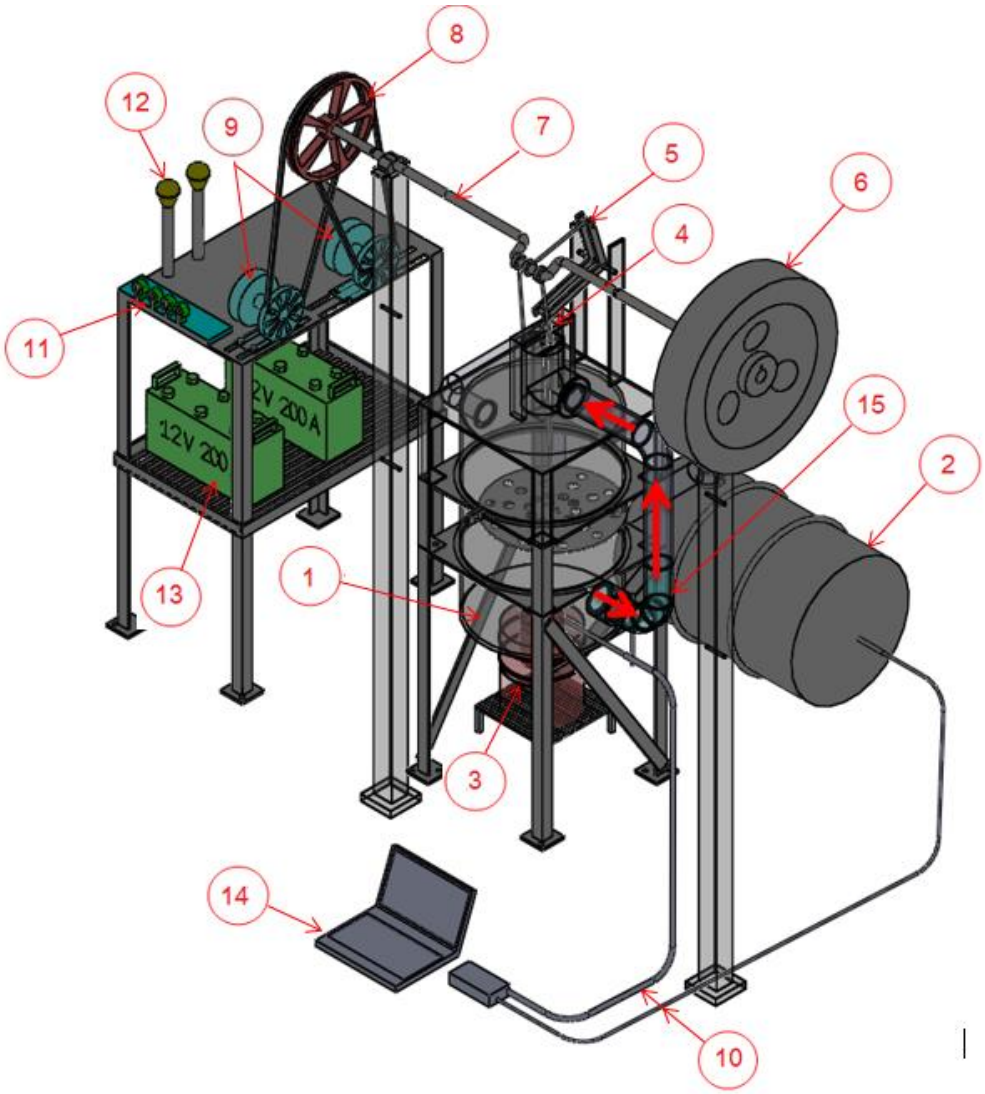
2. เรียกคำสั่ง Corner Rectangle (Sketch tool bar) Sketch ที่ขอบด้านซ้ายและกำหนดขนาด คลิกที่ ✔



3. คลิกที่ Sketch ใส่ค่า 10 สำหรับ Depth ภายใต้ Direction1 คลิกที่ ✔



4. เรียกคำสั่งบันทึกไฟล์ Save (Standard tool bar) โดยทำตามขั้นตอนดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 โดยตั้งชื่อไฟล์ในช่อง File name เป็น Pic-234.SLDPRT

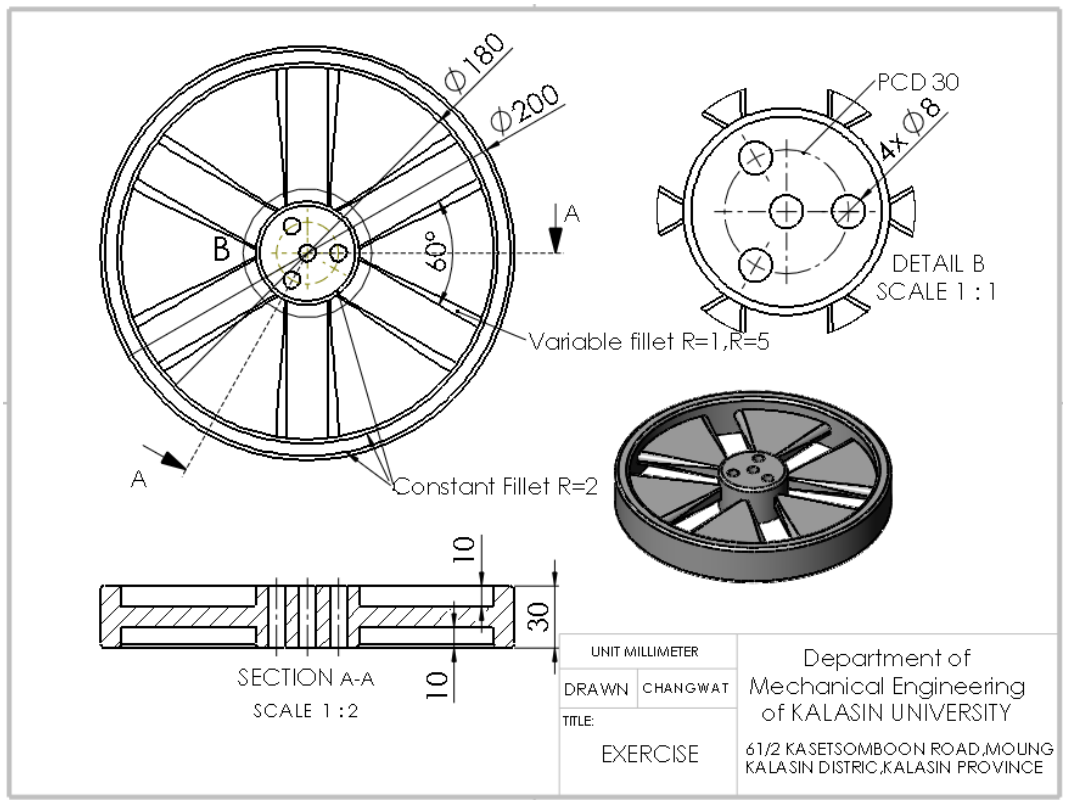


รูปที่ 2.35 การออกแบบเครื่องยนต์สเตอร์ลิงแบบแกมม่าสำหรับใช้ประกอบแบบฝึกหัดท้ายบทที่ 2 และเป็นชิ้นส่วนสำหรับการประกอบ (Assembly) บทที่ 3

ที่มา : จังหวัด เจริญสุข, 2560

คำถามที่ใช้คำว่า “ให้อธิบาย” หมายถึง เป็นการเขียนอธิบายสรุปความเข้าใจ คำถามที่ใช้คำว่า “ให้แสดง” หมายถึง ให้แสดงวิธีการเป็นลำดับขั้นตอนดังตัวอย่างที่ได้แสดงผ่านมาแล้ว

1. ให้อธิบายหลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธี Extruded Boss/Base
2. ให้อธิบายหลักในการกำหนดขั้นตอนเขียน Part โดยวิธี Extruded Boss/Base
3. ให้แสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Extruded Boss/Base ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.2 โดยให้ขนาดชิ้นส่วนมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าตัวอย่าง 1.5 เท่า และให้แยกแสดงเป็นขั้นตอนตามหัวข้อดังต่อไปนี้
   - 3.1. ให้แสดงขั้นตอนการเขียนรูปทรงตันด้วย Extruded Boss/Base
   - 3.2. ให้แสดงขั้นตอนการลบมุมด้วย Fillet
   - 3.3. ให้แสดงขั้นตอนการเจาะรูด้วย Hole Wizard
   - 3.4. ให้แสดงขั้นตอนการคัดลอกแบบทรงกลมด้วย Circular Pattern
4. ให้แสดงขั้นตอนการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Extruded Boss/Base ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.2 โดยใช้แบบใต้ข้อ 4 และให้อธิบายเป็นขั้นตอนย่อยตามแบบฝึกหัดย่อยข้อที่ 3.1 ถึง 3.4 ในแบบที่ไม่ได้กำหนดขนาดให้ออกแบบตามความเหมาะสม



5. ให้อธิบายการขึ้นรูปทรงตันจากตัวอย่างในหัวข้อ 2.2.1 สามารถลดขั้นตอนจากทั้งหมด 7 ขั้นตอนให้ลดน้อยลงได้หรือไม่เพราะเหตุใด

6. ให้แสดงวิธีการทำส่วนโค้งแบบ Variable Size Fillet ดังแสดงในหัวข้อ 2.2.2 โดยกำหนดค่า V1 R=1.5mm, V2 R=4.5mm, V3 R=1.5mm, V4 R=4.5mm

7. ให้แสดงวิธีการเจาะรูด้วยคำสั่ง Hold Wizard ดังแสดงในหัวข้อ 2.2.3 โดยกำนหนด Hold Type เป็น Countersink กำหนด Size เป็น M10

8. ให้แสดงวิธีการคัดลอกแบบทรงกลมด้วย Circular Pattern โดยกำหนด Number Instant เท่ากับ 20

9. ให้อธิบายหลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธีb Revolved Boss/Base

10. ให้อธิบายหลักในการกำหนดขั้นตอนเขียน Part โดย วิธี Revolved Boss/Base

11. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Revolved Boss/Base ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.4 โดยให้ขนาดของชิ้นส่วนมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าตัวอย่าง 1.5 เท่า โดยให้แยกแสดงวิธีการเป็นขั้นตอนตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

11.1. ให้แสดงขั้นตอนการ Sketch 2 มิติสำหรับ Revolved Boss/Base

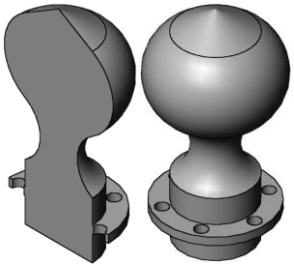
11.2. ให้แสดงขั้นตอนการขึ้นรูป 3 มิติโดย Revolved Boss/Base

11.3. ให้แสดงขั้นตอนการขึ้นรูปทรงตันแบบ Mid Plane ด้วย Extruded Boss/Base

11.4. ให้แสดงขั้นตอนการตัดทรงตันแบบ Mid Plane ด้วย Extruded Cut

11.5. ให้แสดงขั้นตอนการใช้สมการ Equation ช่วยในการคัดลอกแบบทรงกลม Circular Pattern

12. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Revolved Boss/Baseตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.4 โดยใช้แบบ และให้แยกอธิบายเป็นขั้นตอนตามแบบฝึกหัดย่อยข้อที่ 11.1 ถึง 11.5 โดยออกแบบขนาดตามความเหมาะสม



13. ให้อธิบายหลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธี Swept Boss/Base

14. ให้อธิบายหลักในการกำหนดขั้นตอนเขียน Part โดยใช้วิธี Swept Boss/Base

15. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Swept Boss/Base ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.6 โดยให้ขนาดของชิ้นส่วนมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าตัวอย่าง 1.5 เท่า โดยให้แยกแสดงวิธีการเป็นขั้นตอนตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

15.1. ให้แสดงขั้นตอนการ Sketch 2 มิติสำหรับการขึ้นรูปโดยวิธี Swept Boss/Base

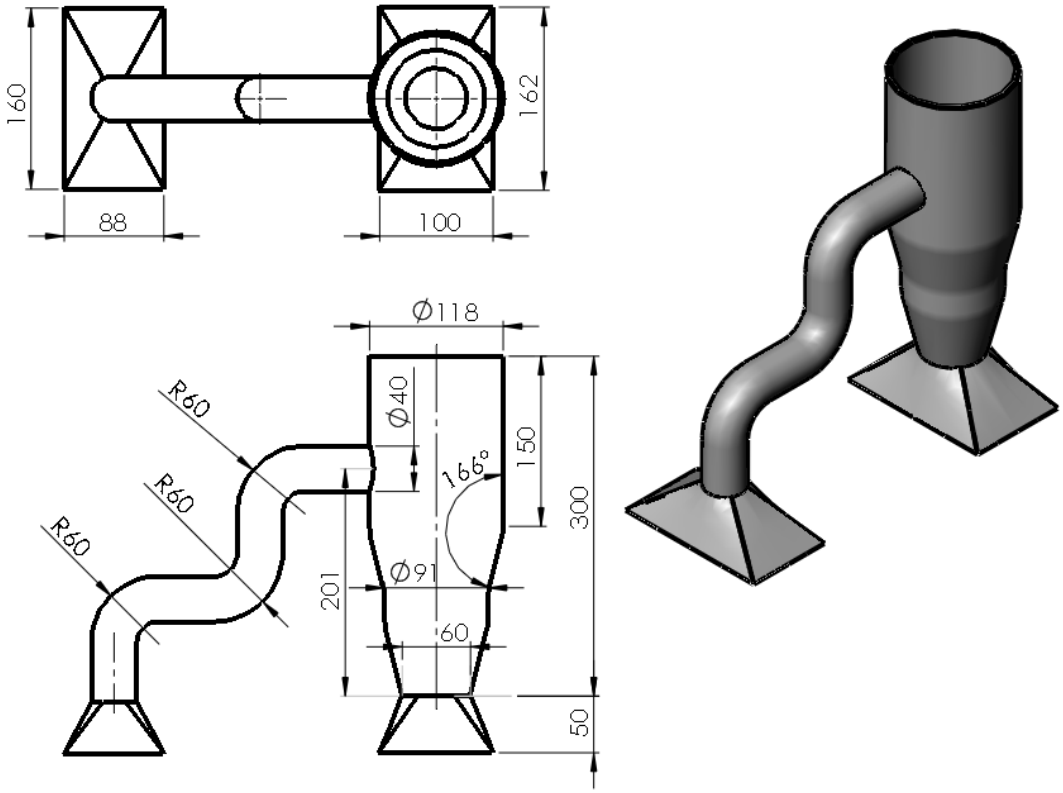
15.2. ให้แสดงขั้นตอนการขึ้นรูป 3 มิติโดยวิธี Swept Boss/Base

15.3. ให้แสดงขั้นตอนการสร้าง Plane

15.4. ให้แสดงขั้นตอนการขึ้นรูป 3 มิติโดย Loft

15.5. ให้แสดงขั้นตอนการคว้านโดยใช้ Shell

16. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Swept Boss/Base ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.6 โดยใช้แบบ และให้แยกอธิบายเป็นขั้นตอนตามแบบฝึกหัดย่อยข้อที่ 15.1 ถึง 15.5 โดยในแบบที่ไม่ได้กำหนดขนาดให้ออกแบบตามความเหมาะสม



17. ให้อธิบายหลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธีการโลหะบาง (Sheet Metal)

18. ให้อธิบายหลักในการกำหนดขั้นตอนเขียน Part สำหรับงานโลหะบาง Sheet Metal

19. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Sheet Metal ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.8 โดยให้ขนาดของชิ้นส่วนมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าตัวอย่าง 1.5 เท่า โดยให้แสดงวิธีการเป็นขั้นตอนตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

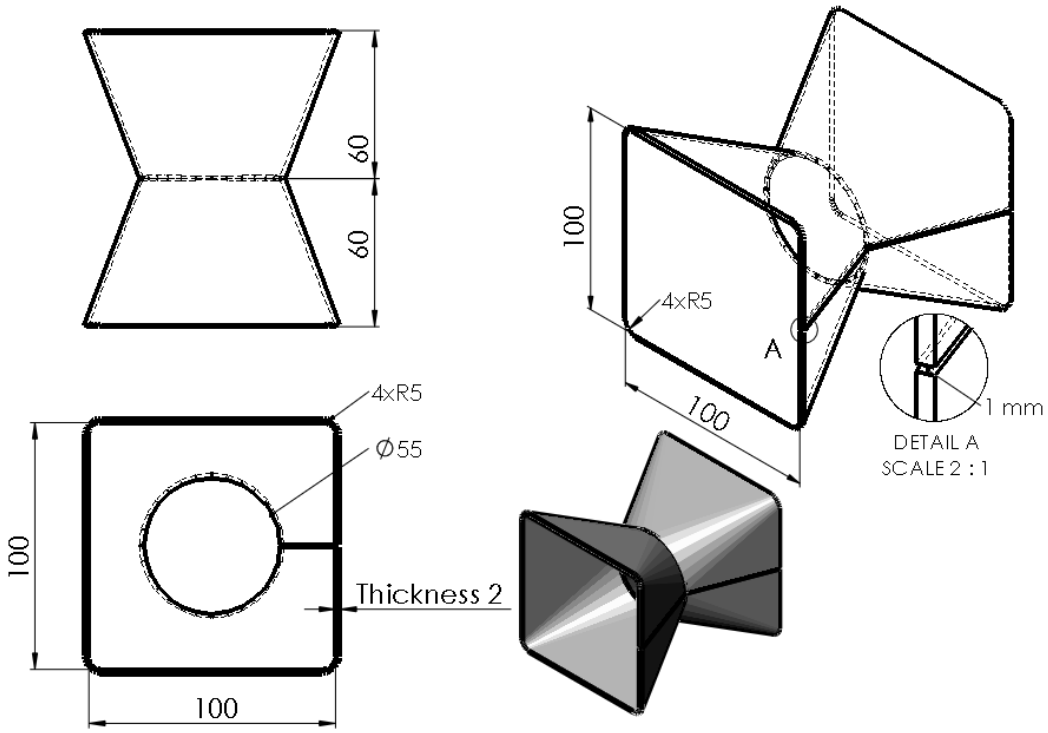
19.1. ให้แสดงขั้นตอนการสร้าง Plane

19.2. ให้แสดงการ Sketch สำหรับงาน Sheet Metal

19.3. ให้แสดงการขึ้นรูปงานแบบ Loft Bends

19.4. ให้แสดงการทำแผ่นคลี่สำหรับขึ้นรูปงาน Sheet Metal

20. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธี Sheet Metal ตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.8 ใช้แบบ โดยให้แยกอธิบายเป็นขั้นตอนตามแบบฝึกหัดย่อยข้อที่ 19.1 ถึง 19.4 ให้กำหนดค่า Number of Bends เท่ากับ 8 และค่าความหนา (Thickness) เท่ากับ 2 ส่วนที่ในแบบไม่ได้กำหนดให้ออกแบบค่าตามความเหมาะสม



21. ให้อธิบายหลักการเลือก Part ที่เหมาะสมกับวิธีการคัดลอกแบบเชิงเส้น (Linear Pattern)

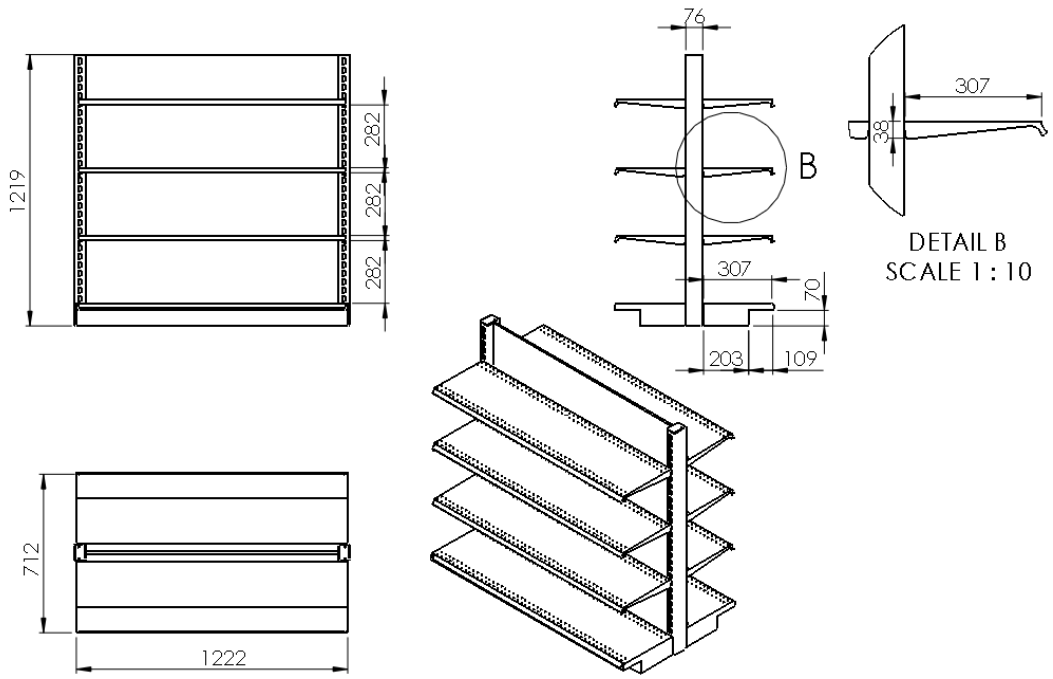
22. ให้อธิบายหลักในการกำหนดขั้นตอนเขียน Part ด้วยวิธีการคัดลอกแบบเชิงเส้น

23. ให้แสดงวิธีการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธีการคัดลอกตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.10 โดยให้ขนาดของชิ้นส่วนมีขนาดเพิ่มขึ้นมากกว่าตัวอย่าง 1.5 เท่า โดยให้แยกแสดงวิธีการเป็นขั้นตอนตามหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

23.1. ให้แสดงขั้นตอนการคัดลอกแบบ Linear pattern

23.2. ให้แสดงขั้นตอนการคัดลอกแบบ Mirror

24. ให้แสดงการออกแบบชิ้นส่วนด้วยวิธีการคัดลอกตามตัวอย่างที่ได้แสดงในหัวข้อ 2.10 ใช้แบบดังรูปภายใต้ข้อ 24 โดยให้แยกอธิบายเป็นขั้นตอนตามแบบฝึกหัดย่อยข้อที่ 23.1 ถึง 23.2



25. ให้แสดงการออกแบบ Part ในรูปที่ 2.35 หมายเลขที่ 13 ด้วยการประยุกต์วิธี Extruded Boss/Base โดยให้ออกแบบขนาดตามความเหมาะสม

26. ให้แสดงการออกแบบ Part ในรูปที่ 2.35 หมายเลขที่ 8 ด้วยการประยุกต์วิธี Revolved Boss/Base โดยให้ออกแบบขนาดตามความเหมาะสม

27. ให้แสดงการออกแบบ Part ในรูปที่ 2.35 หมายเลขที่ 7 ด้วยการประยุกต์วิธี Swept Boss/Base โดยให้ออกแบบขนาดตามความเหมาะสม

28. ให้แสดงการออกแบบ Part ในรูปที่ 2.35 หมายเลขที่ 2 ด้วยการประยุกต์วิธี Loft Boss/Base โดยให้ออกแบบขนาดตามความเหมาะสมและอธิบายเปรียบเทียบกับการใช้วิธี Revolved Boss/Base จะให้ความยากง่ายและขั้นตอนในการออกแบบแตกต่างกันอย่างไร

29. จากรูปภายใต้แบบฝึกหัดข้อ 29 นี้ขอให้ออกแบบชิ้นส่วนแต่ละชิ้นโดยกำหนดขนาดให้เหมาะสมโดยใช้วิธีทั้งหมดที่ได้ศึกษาในบทที่ 2 นี้