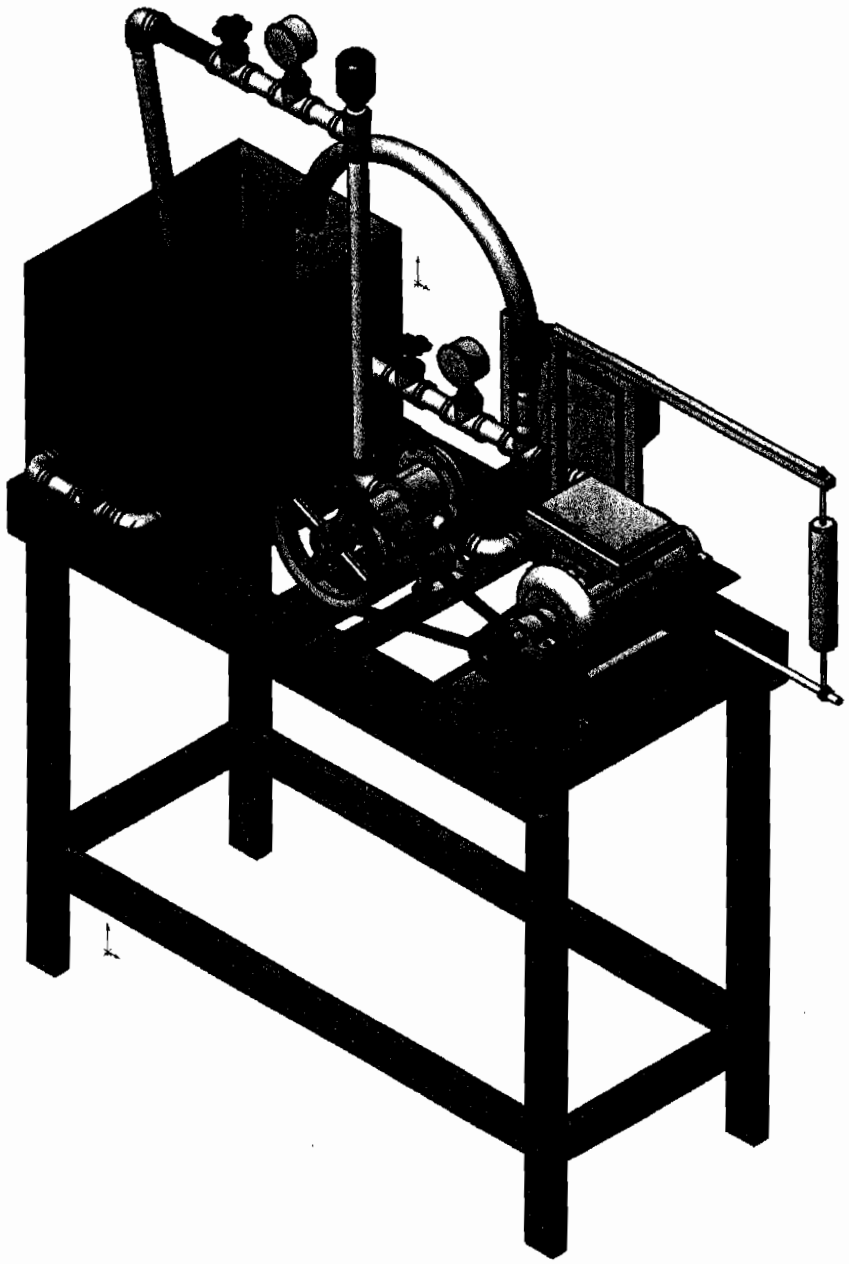
ภาคผนวก ก
แบบรูปโครงการ

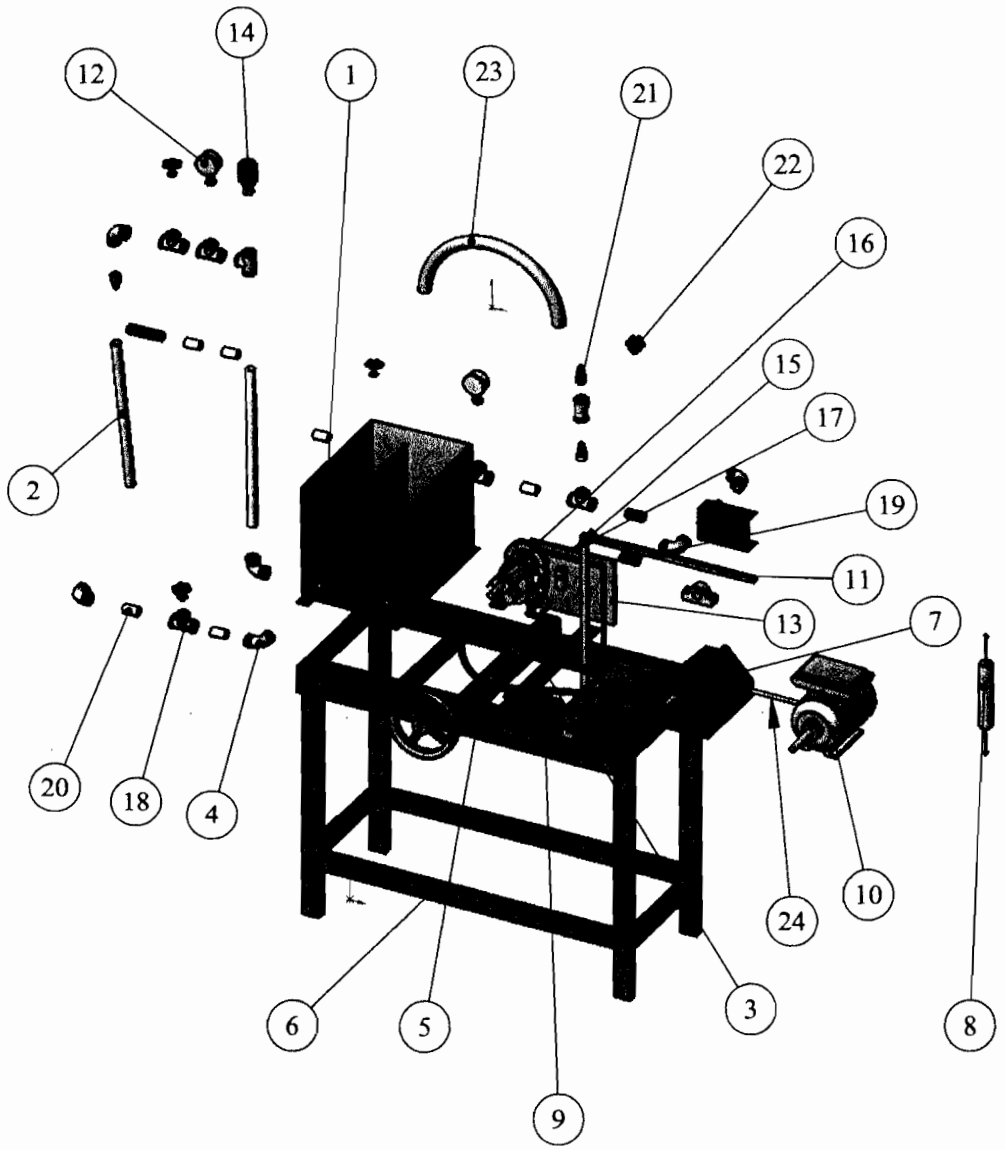


ISOMETIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY

NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL:		TITLE: ภาพประกอบ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:10	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	1

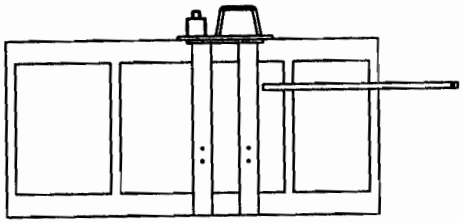


MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL:		TITLE: ภาพแสดงชิ้นส่วน
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY PONGSAK NUMRUCKCHAT	SCALE 1 : 20 DATE : SEP,15 , 2006	DWG NO. 2

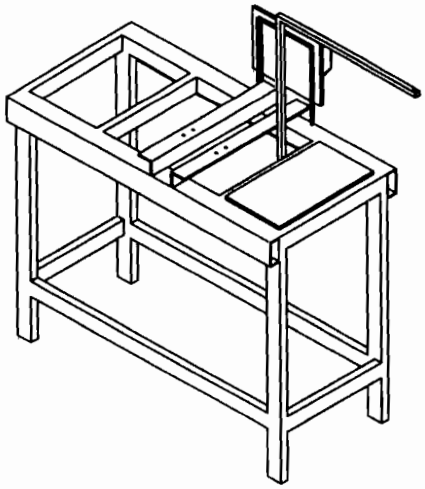
ชิ้นที่	จำนวนชิ้น	ชื่อชิ้นส่วน	ขนาด
1	1	ถังน้ำ	350 x 400 x 350 mm
2	1	ท่อเหล็ก	19 mm
3	2	แผ่นยึดปั๊ม	50 x 470 x 50 mm
4	5	ข้องอ 90°	19 mm
5	1	สายพาน	A 990 mm
6	1	โครง	470 x 980 x 800 mm
7	1	แท่นมอเตอร์	200 x 250 x 120 mm
8	1	ตราชั่งสปริง	20 N
9	2	แบริ่ง	NTN P 205
10	1	มอเตอร์ไฟฟ้า	220 V 1 HP
11	1	ขาเกี่ยวตราชั่งสปริง	400 x 500 x 25 mm
12	2	เกจ	in 0-(-76) cmHg out 0-5 kg/cm^2
13	1	แผงยึดสวิตช์ควบคุม	200 x 250 x 25 mm
14	1	สวิตช์ตัดแรงดัน	on 1.8 kgf /cm^2 off 2.8 kgf /cm^2
15	1	เครื่องวัดงานไฟฟ้า	220 V 5 A
16	1	ปั๊มแบบลูกสูบชัก	14.5 GPM / 400 RPM
17	1	สวิตช์ควบคุม	500 V 15 A
18	4	สามทาง	19 mm
19	3	ข้อต่อเกลียวตัวผู้	19 mm
20	7	ข้อต่อตรง	19 mm
21	4	ข้อต่อสายยาง	19 mm
22	3	วาล์วประตูน้ำ	19 mm
23	1	สายยาง	25 x 1500 mm
24	1	ขอเกี่ยวปรับตราชั่งสปริง	ยาว 180 mm
25	18	น๊อต	M 12 x 50
	4	น๊อต	M 10 x 30
	4	น๊อต	M 19 x 30

MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

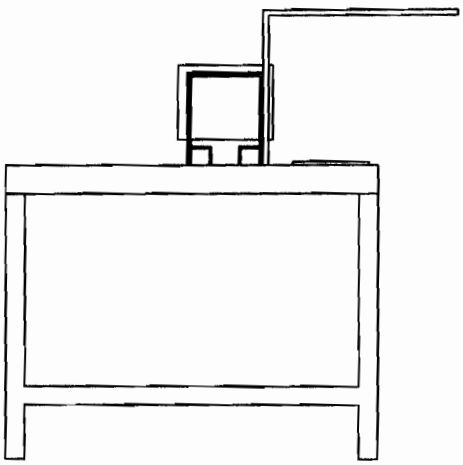
MATERIAL :		**TITLE:** ตารางวัสดุ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : PONGSAK NUMRUCKCHAT	**SCALE :** **DATE :** SEP 15 2006	**DWG NO.** 3



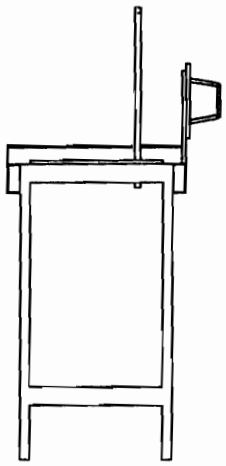
TOP VIEW



ISOMETIC VIEW



FRONT VIEW

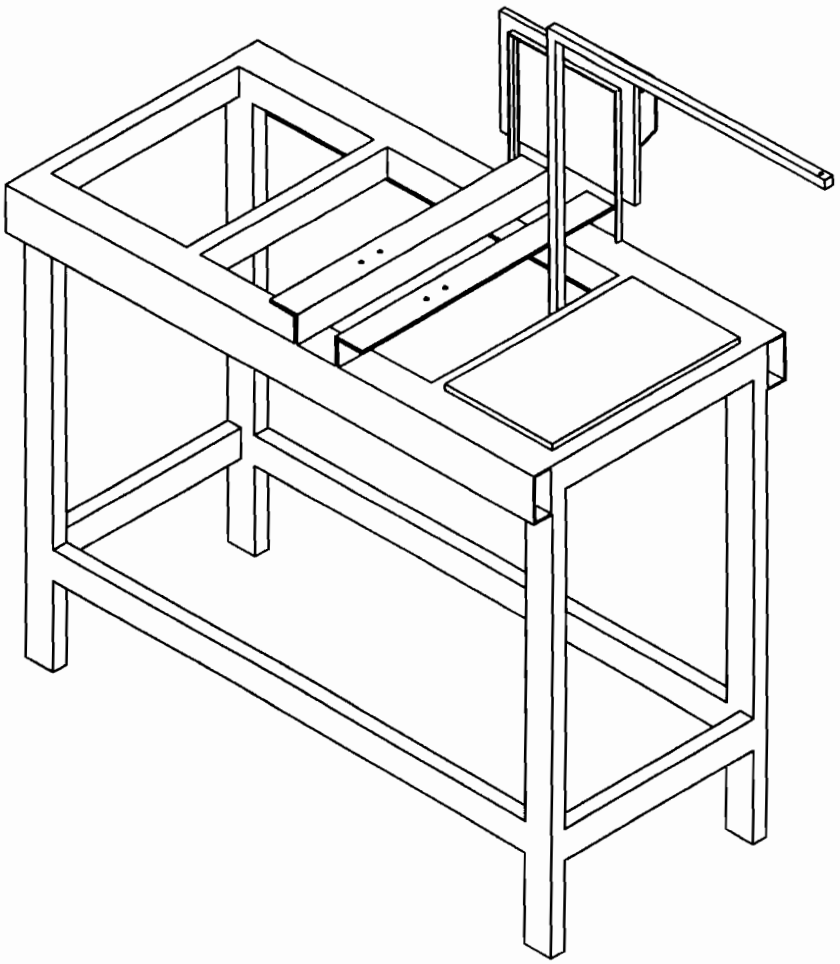


SIDE VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY

NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:20	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	4

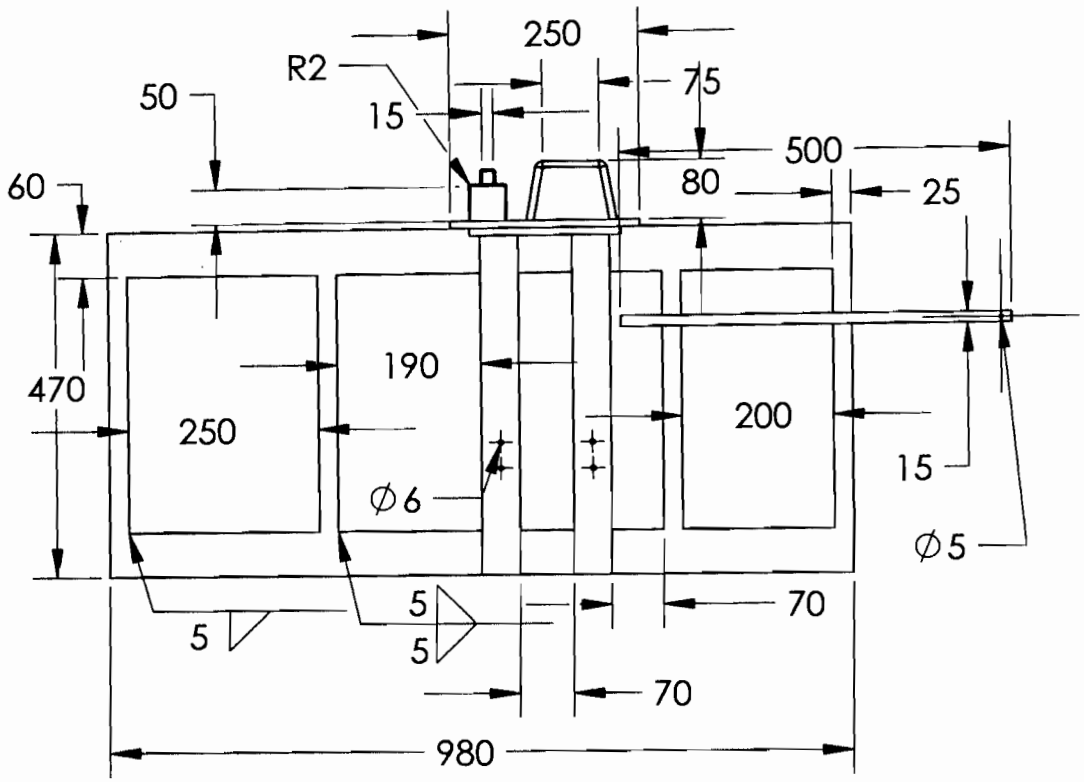


ISOMETIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY

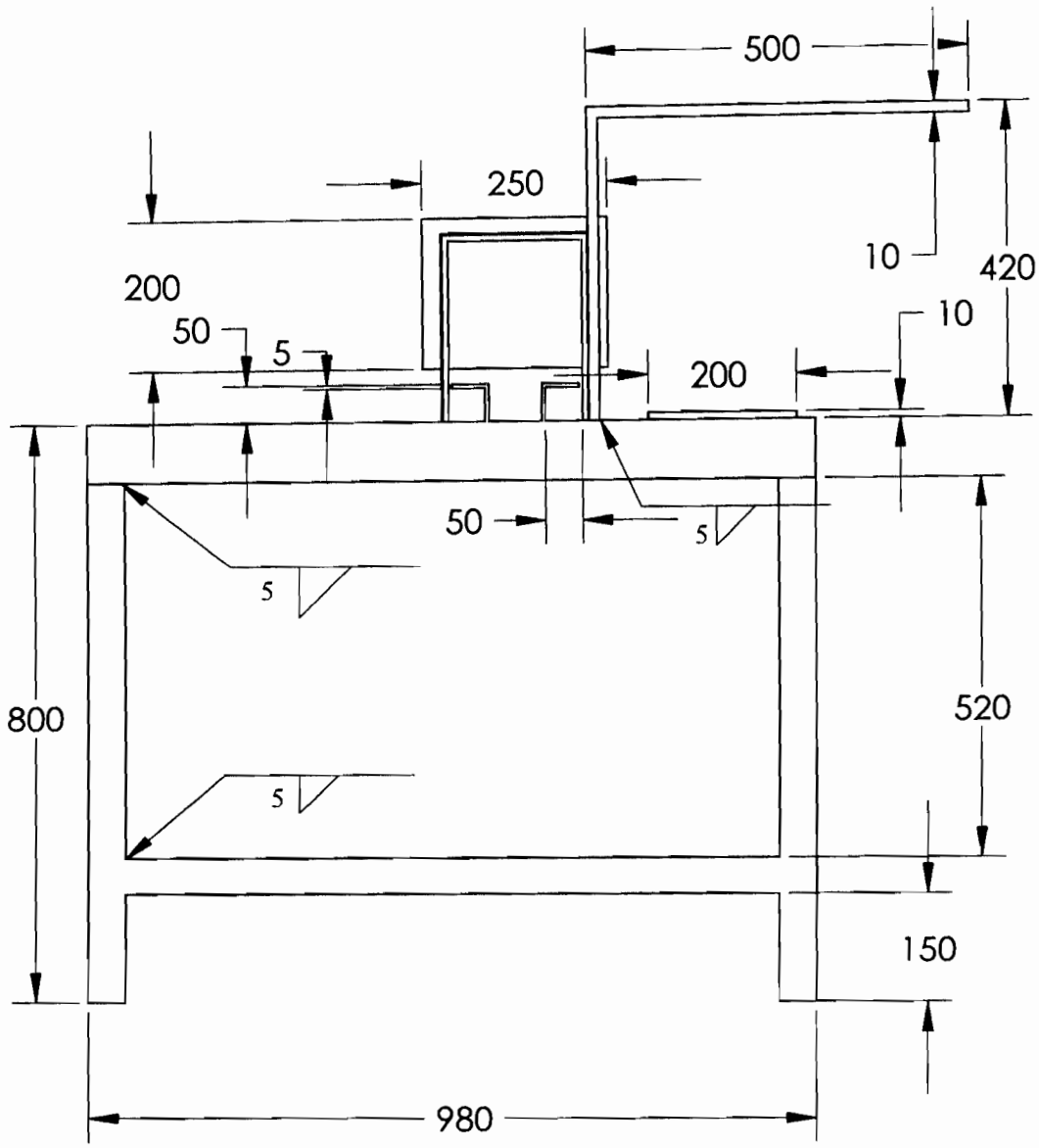
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL:FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:10	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	4/1



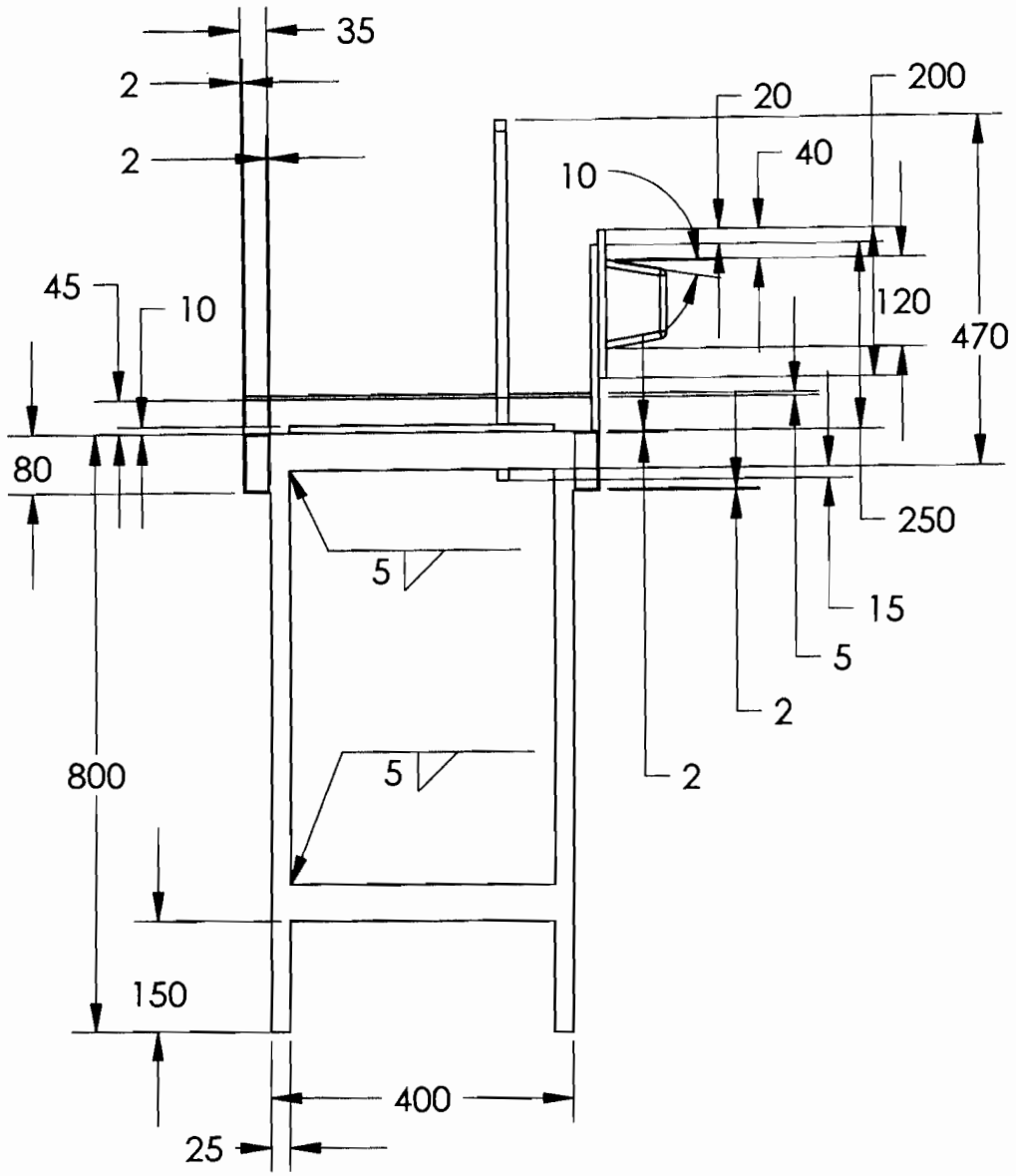
TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY PONGSAK NUMRUCKCHAT	SCALE 1:10 DATE : SEP,15, 2006	DWG NO. 4/2



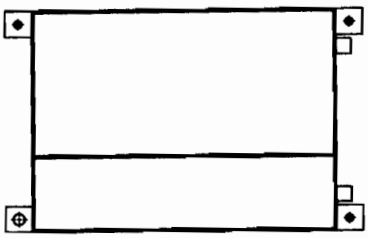
FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:10	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	4/3

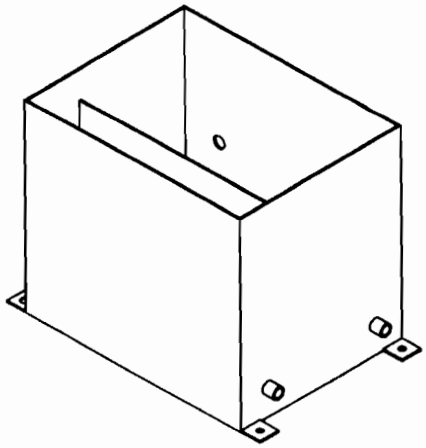


RIGHT VIEW

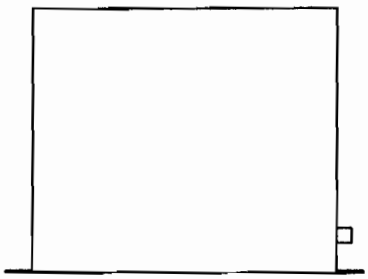
MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETRES .		
DWG.BY PONGSAK NUMRUCKCHAT	SCALE 1:10 DATE : SEP,15, 2006	DWG NO. 4/4



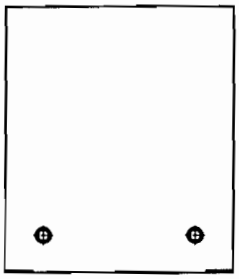
TOP VIEW



ISOMETIC VIEW

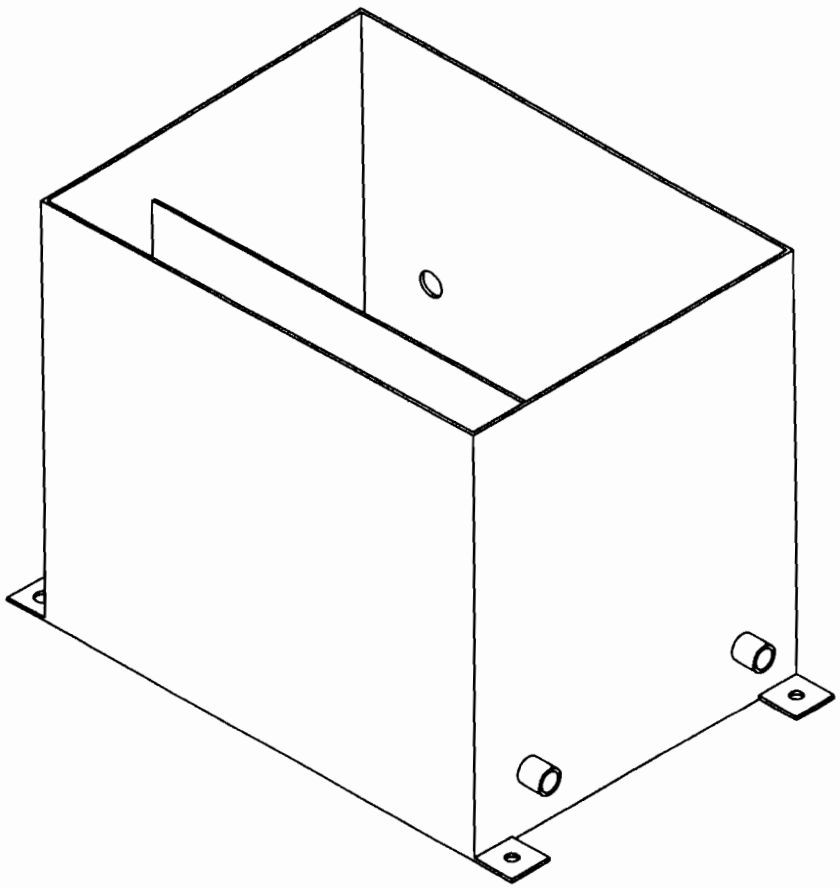


FRONT VIEW



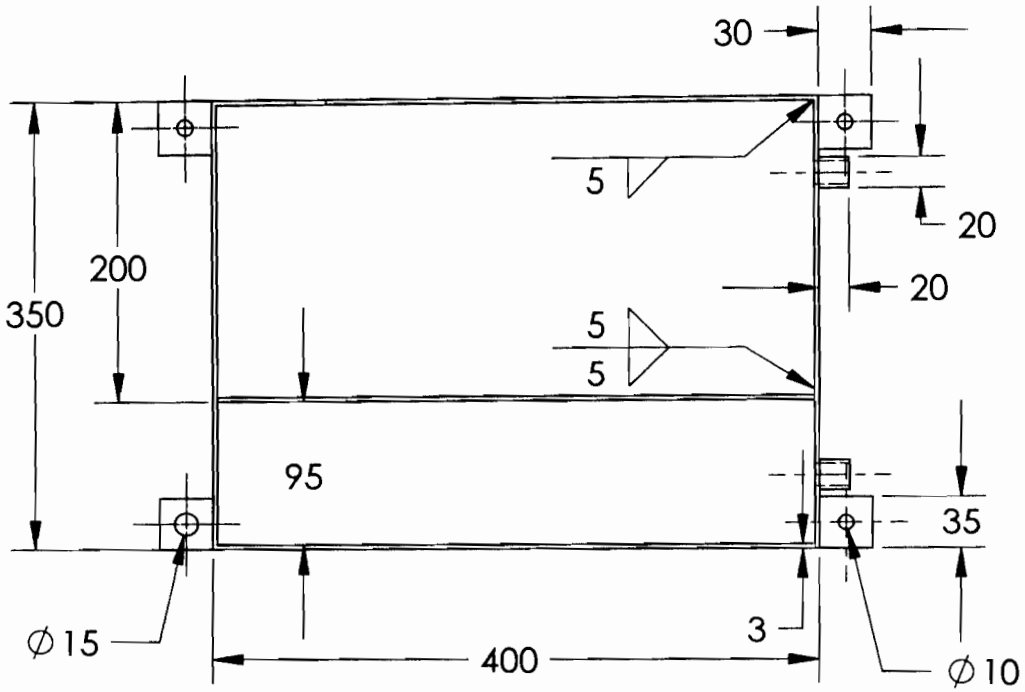
SIDE VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ถังน้ำมัน
DWG.BY PONGSAK NUMRUCKCHAT	SCALE 1:10 DATE : SEP,15, 2006	DWG NO. 5



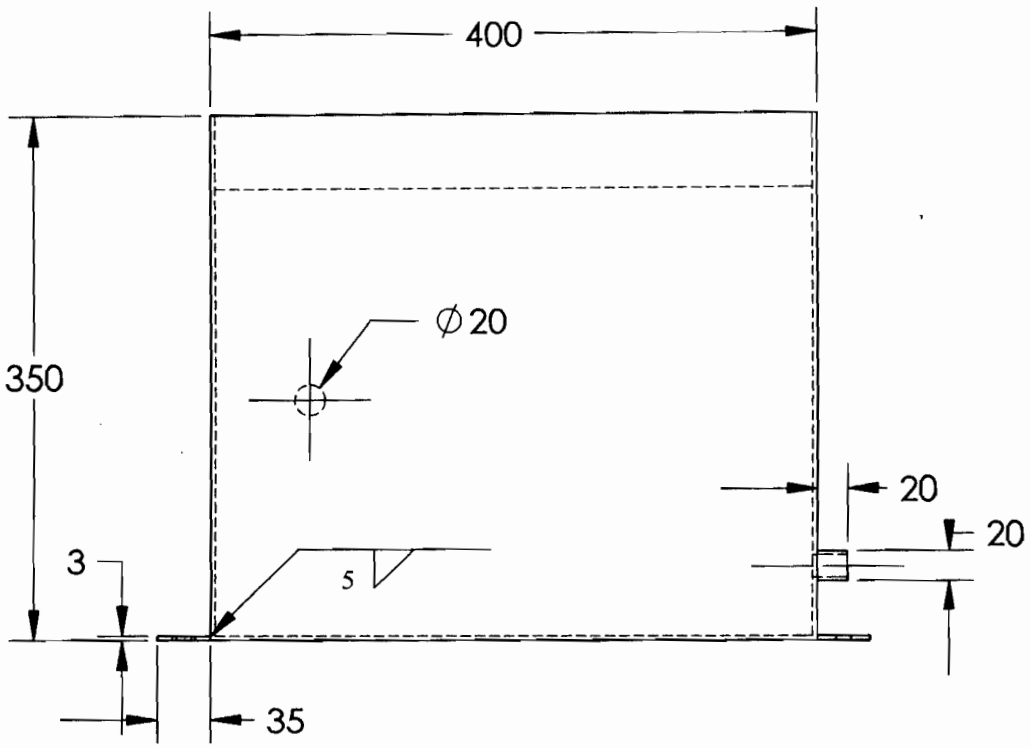
ISOMETIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ถังน้ำมัน
DWG.BY	SCALE 1:5	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	5/1



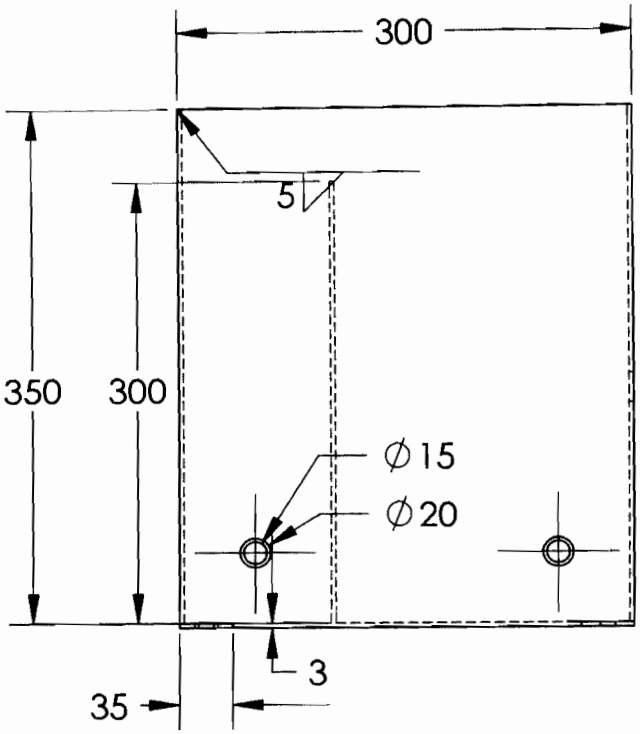
TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ถังน้ำมัน
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1: 5	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEPT,15, 2006	5/2



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ถังน้ำมัน
DWG.BY	SCALE 1: 5	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP ,15, 2006	5/3

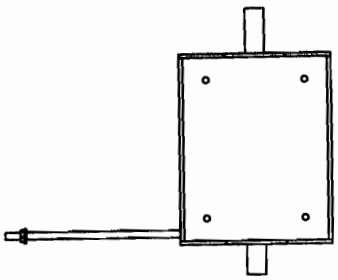


RIGHT VIEW

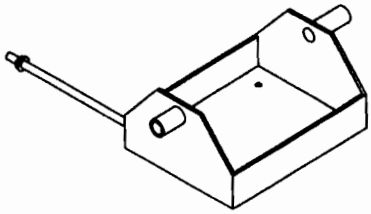
MECHANICAL TECHNOLOGY

NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

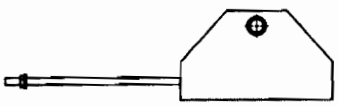
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ถังน้ำมัน
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1: 5	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	5/4



TOP VIEW



ISOMETIC VIEW



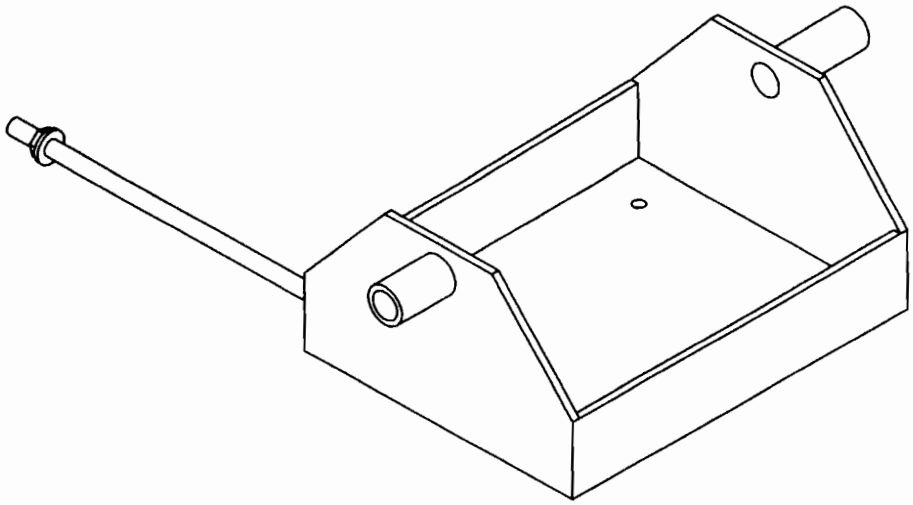
FRONT VIEW

RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY

NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ฐานมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:10	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP ,15, 2006	6

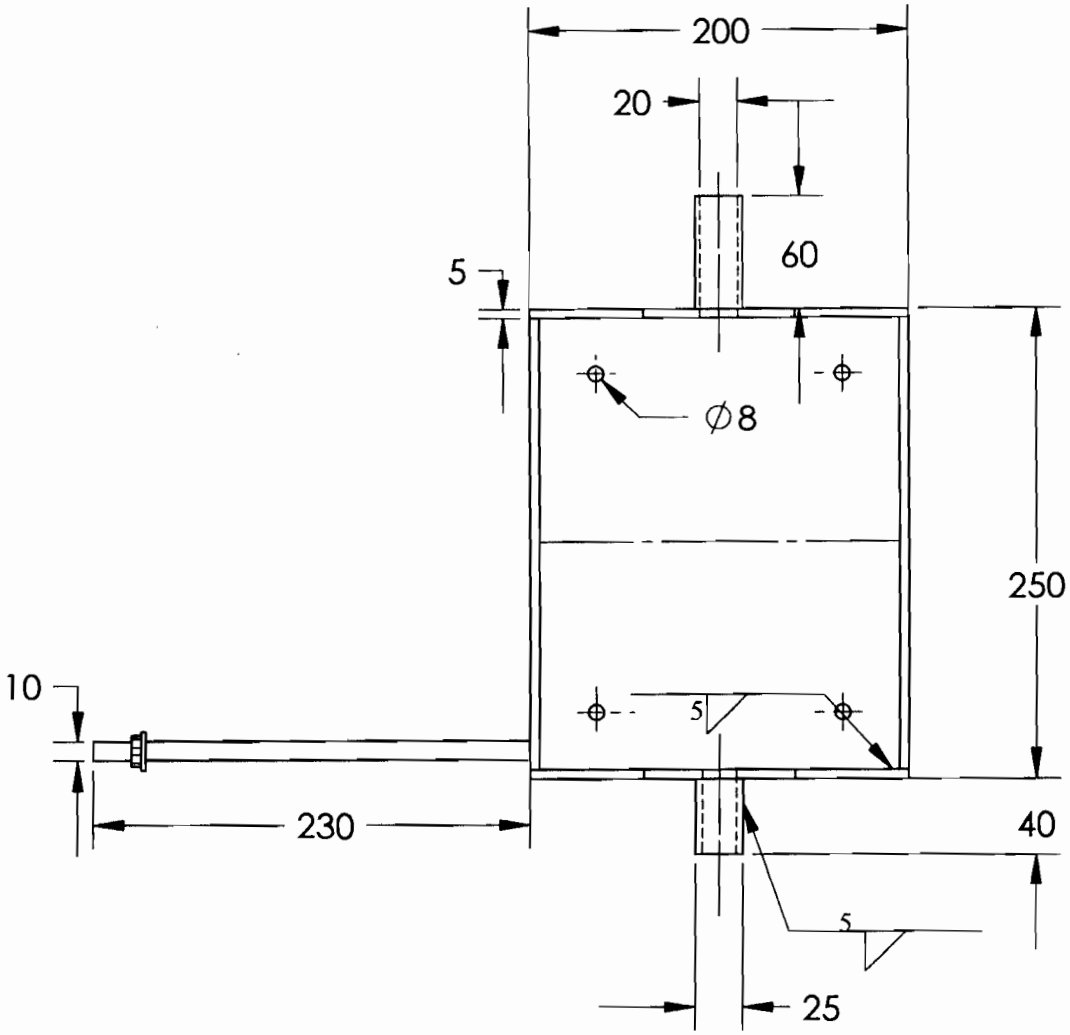


ISOMETIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY

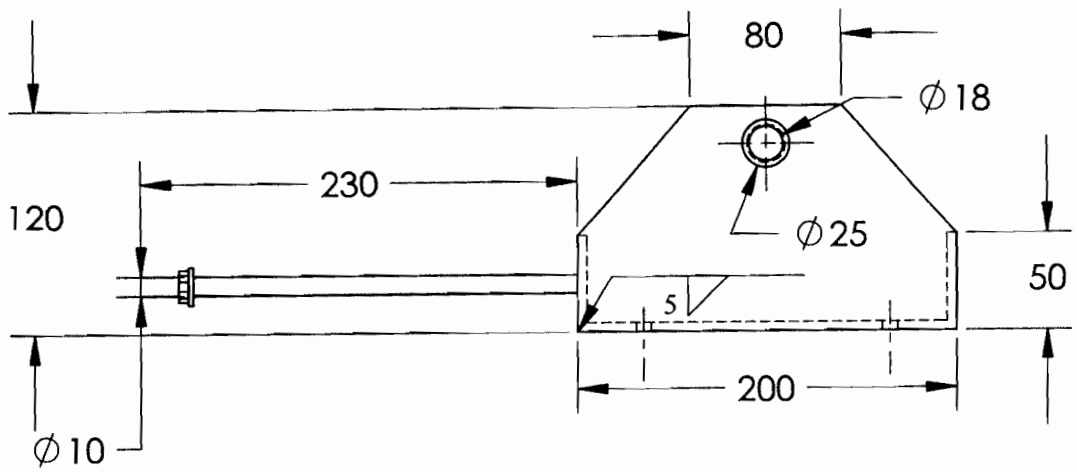
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ฐานมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:4	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	6/1



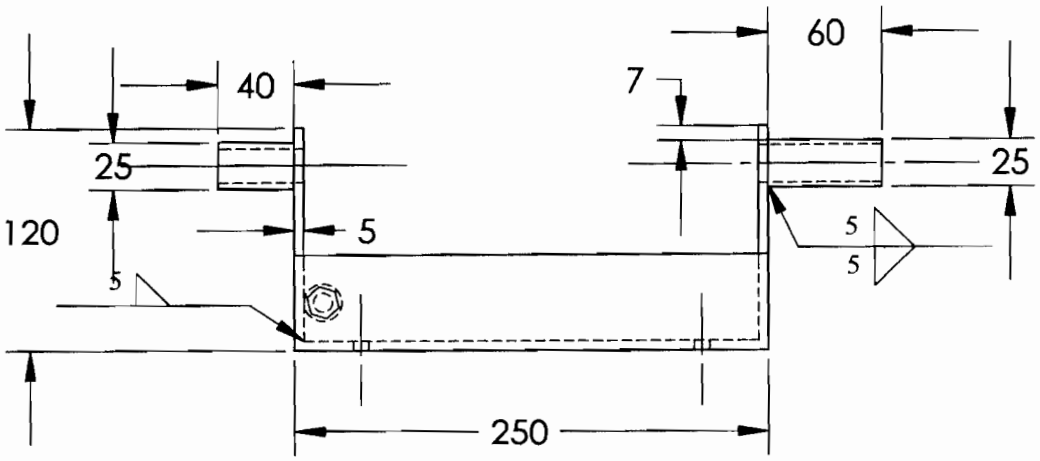
TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ฐานมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY PONGSAK NUMRUCKCHAT	SCALE 1: 4 DATE : SEP15, 2006	DWG NO. 6/2



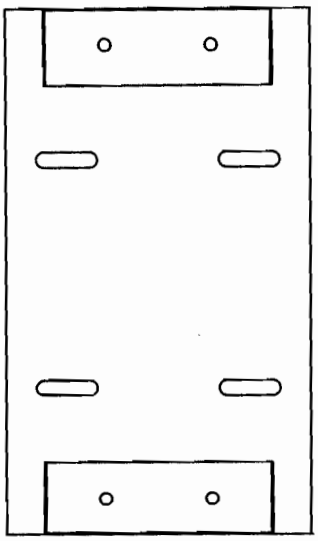
FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ฐานมอเตอร์
DWG.BY	SCALE 1: 4	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	6/3

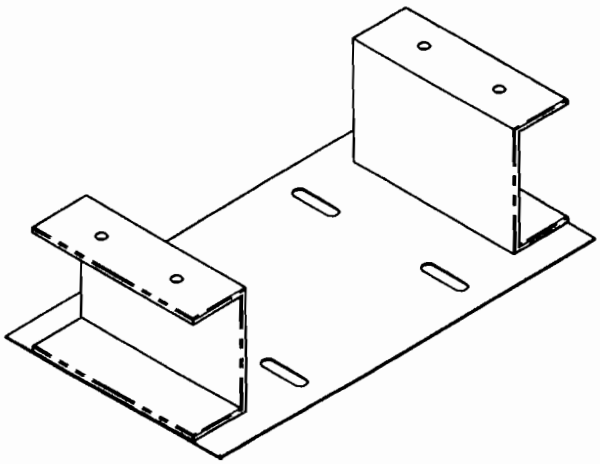


RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ฐานมอเตอร์
DWG.BY	SCALE 1: 4	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,15, 2006	6/4



TOP



ISOMMETRIC

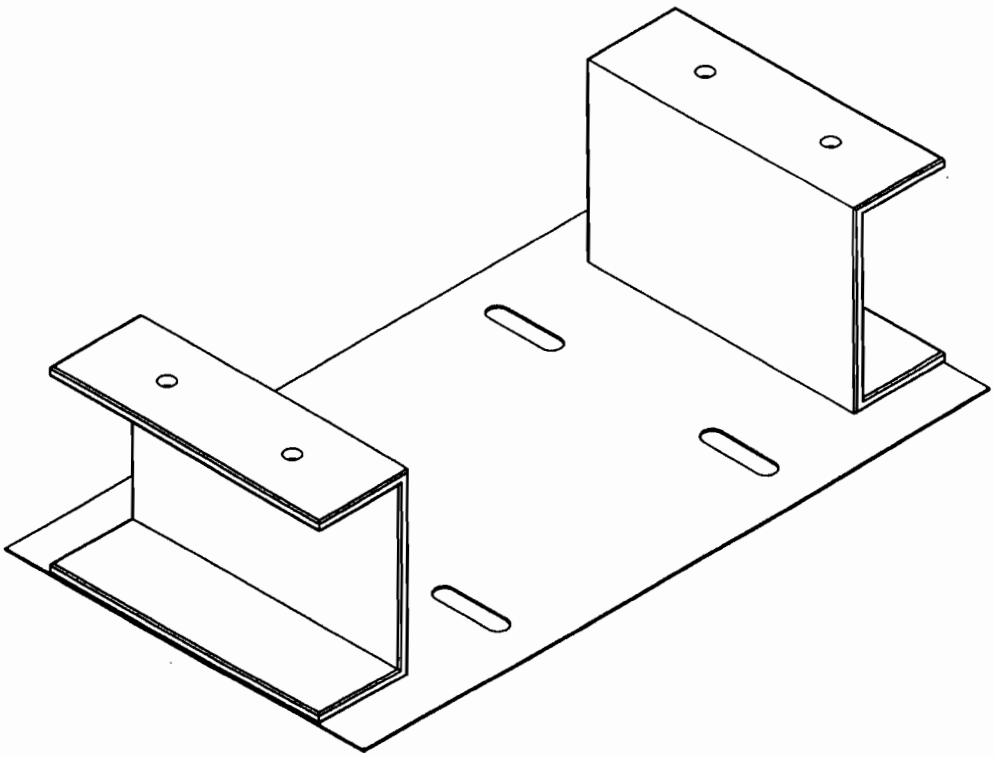
RIGHT

FRONT

MECHANICAL TECHNOLOGY

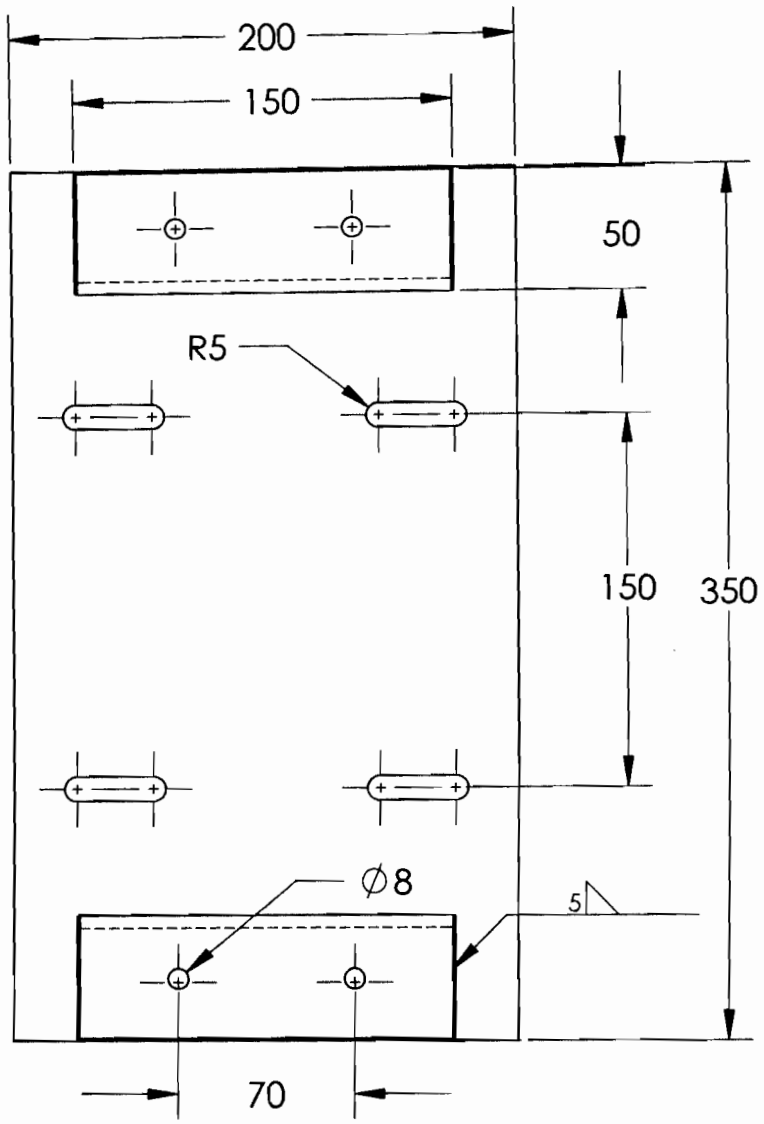
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL :STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ขามอเตอร์
DWG.BY	SCALE 1:5	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,12, 2006	7



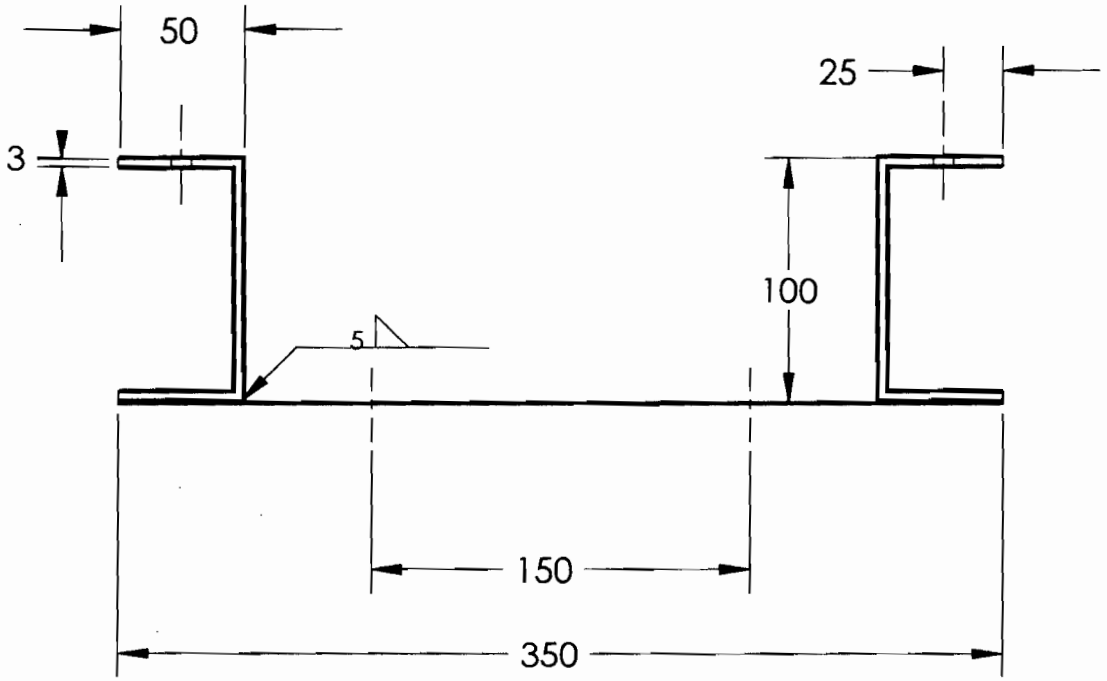
ISOMETRIC

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE:
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		ขามอเตอร์
DWG.BY	SCALE 1 : 3	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP, 12 , 2006	7/1



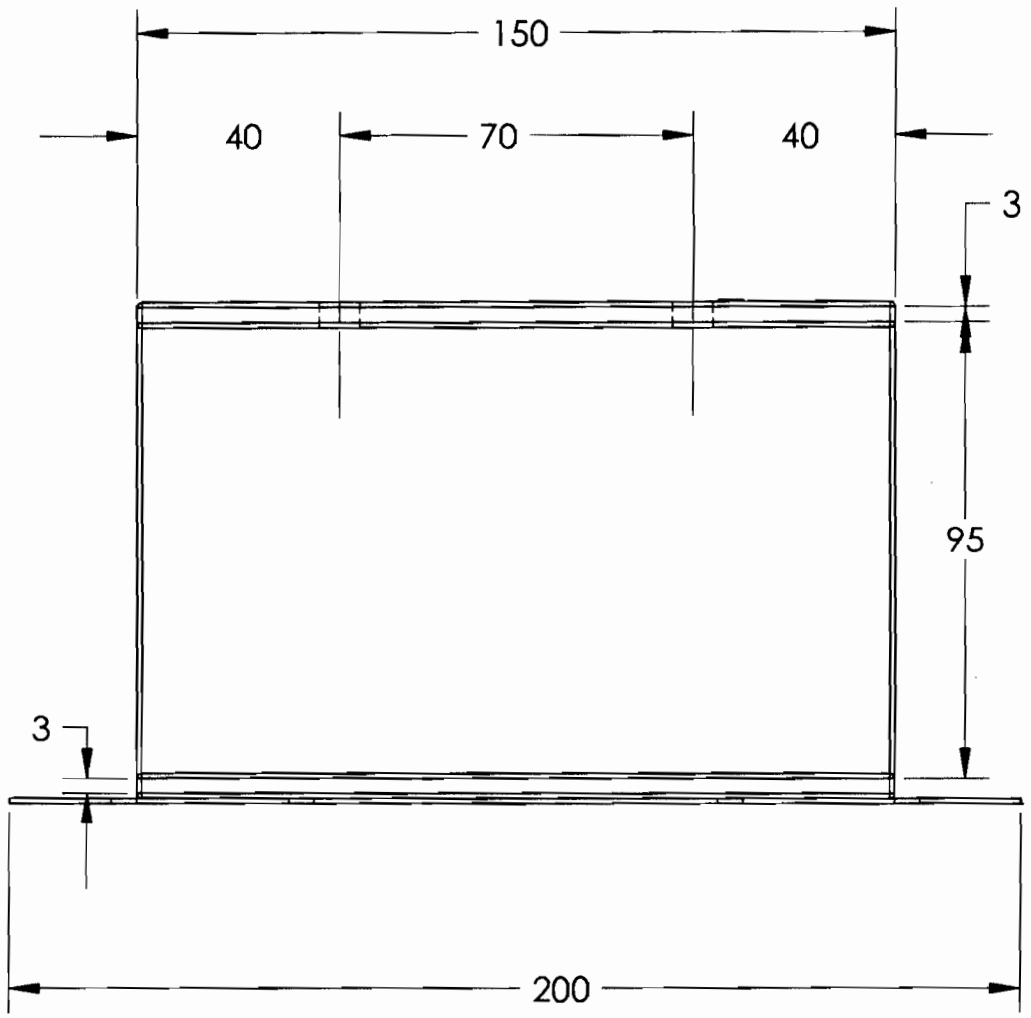
TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ขามอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1:3	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE :SEP ,12, 2006	7/2



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY		
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ขามอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1: 3	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,12, 2006	7/3



RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY

NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ขามอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS.		
DWG.BY	SCALE 1 : 1.5	DWG NO.
PONGSAK NUMRUCKCHAT	DATE : SEP,12, 2006	7/4

ภาคผนวก ข

ผลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 ผลการทดลองครั้งที่ 1

ครั้งที่	ความดัน		จำนวนลิตร (L)	เวลาที่ทดลอง (sec)	แรงบิดที่ตราชั่ง (N)
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2			
1	-7	0.2	8	10	6.87
2	-7	0.3	8	10	6.87
3	-6	0.5	8	10	7.36
4	-6	0.8	8	10	9.81
5	-5	1	8	10	11.77
6	-5	1.2	7.5	10	11.77
7	-4	1.5	7.5	10	12.75
8	-4	1.7	7	10	13.24
9	-3	1.8	7	10	13.24
10	-3	2.0	7	10	13.73

ตารางที่ ข.2 ผลการทดลองครั้งที่ 2

ครั้งที่	ความดัน		จำนวนลิตร (L)	เวลาที่ทดลอง (sec)	แรงบิดที่ตราชั่งสปริง (N)
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2			
1	-6	0.2	8.5	10	6.87
2	-5	0.25	8	10	6.87
3	-4	0.5	8.5	10	8.83
4	-5	0.8	7.5	10	9.81
5	-4	1	8	10	12.26
6	-4	1.2	7.5	10	11.77
7	-4	1.5	7	10	12.75
8	-5	1.7	7.8	10	13.24
9	-4	1.8	7.5	10	12.75
10	-3	2.0	7	10	13.73

ตารางที่ ข.3 ผลการทดลองครั้งที่ 3

ครั้งที่	ความดัน		จำนวนลิตร (L)	เวลาที่ทดลอง (sec)	แรงบิดที่ตราชั่งสปริง (N)
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2			
1	-4	0.2	8.5	10	5.89
2	-5	0.25	8.5	10	6.87
3	-5	0.5	8	10	7.36
4	-5	0.8	8	10	9.81
5	-4	1	7.5	10	11.77
6	-4	1.2	7.5	10	11.77
7	-4	1.5	7	10	12.75
8	-5	1.7	7.5	10	13.24
9	-4	1.8	7.5	10	13.73
10	-4	2.0	7	10	14.71

ตารางที่ ข.4 สรุปผลการทดลอง

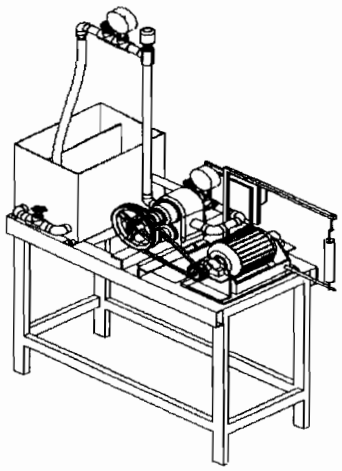
ครั้งที่	ความดัน		จำนวนลิตร (L)	เวลาที่ทดลอง (นาที)	แรงบิดที่ตราชั่งสปริง (N)	ประสิทธิภาพ (η)
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2				
1	-7	0.2	48	1	6.87	11.37
2	-7	0.25	48	1	6.87	15.28
3	-6	0.5	48	1	7.36	21.03
4	-6	0.8	48	1	9.81	23.97
5	-5	1	48	1	11.77	24.23
6	-5	1.2	45	1	11.77	24.92
7	-4	1.5	45	1	12.75	30.50
8	-4	1.7	42	1	13.24	31.01
9	-3	1.8	42	1	13.24	32.55
10	-3	2.0	42	1	13.73	34.80

ภาคผนวก ค
คู่มือการใช้ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

คู่มือการใช้ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

Pump Test Set Gear



จัดทำโดย

นายพงษ์ศักดิ์ หนุ่มรักชาติ

นายศิวกานต์ คุ้มเขตร์

นายชาตรี พูลพิพัฒน์

นายวสันต์ วิทยารัตน์

นายสุทัศน์ จุ้ยโต

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2549

ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

Gear Pump Test Set

บทนำ

เครื่องสูบแบบเฟืองมีการพิจารณาการไหลของน้ำมันให้กับชุดทดลองต่าง ๆ และเพื่อให้รู้ทฤษฎีรวมถึงการปฏิบัติจริงเพื่อให้ได้ผลการทดลองตรงกับชุดลองเครื่องสูบแบบเฟือง และสามารถนำผลการทดลองมาหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง เครื่องสูบแบบเฟืองและสามารถนำมาหาอัตราการไหลของน้ำมันที่ถูกป้อนกลับทั้งอัตราการไหลต่ำและสูงตามความเหมาะสมของชุดทดลองนั้น ๆ จากระบบดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตรและงานที่ต้องใช้เครื่องสูบแบบเฟืองได้

หลักการและทฤษฎี

เครื่องสูบอาจให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นเครื่องมือ ที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวเพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ พลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้จากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานแหล่งอื่น ๆ ก็ได้

กล่าวได้ว่า เครื่องสูบมีส่วนในการพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษยชาติมาตั้งแต่อดีตและจะมีมากยิ่ง ๆ ขึ้นต่อไปในอนาคต ในอดีตประชากรส่วนใหญ่ต้องอาศัยอยู่ใกล้ ๆ กับแหล่งน้ำเพื่อความสะดวกในการใช้น้ำเพื่ออุปโภคและทำการเกษตรพืชสวนไร่นา แหล่งน้ำใดที่อยู่ต่ำจากผิวดินมากก็ไม่สะดวกต่อการใช้ มนุษย์ก็ได้พยายามคิดค้นเครื่องมือซึ่งมีลักษณะเป็น ปั๊ม หรือ เครื่องสูบชนิดต่าง ๆ เพื่อนำเอาน้ำมาใช้ให้สะดวกขึ้น เพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกได้มาก และห่างไกลจากแหล่งน้ำมากขึ้น เครื่องสูบ หรือ เครื่องมือที่คิดค้นขึ้นมาหลายร้อยปีแล้วบางชิ้นก็ยังคงมีใช้อยู่ในหลาย ๆ ประเทศ ในปัจจุบันเครื่องสูบสมัยใหม่ได้เริ่มมีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1840 โดยเป็นแบบลูกสูบชัก (Reciprocating) ชนิดต่อตรงเข้ากับเครื่องจักรไอน้ำ นับตั้งแต่สมัยนั้นเป็นต้นมาก็ได้มีวิวัฒนาการมากขึ้นในทุก ๆ ด้านจนอาจกล่าวได้ว่า ปั๊มเป็นเครื่องมือสำคัญที่จำเป็นต่อความอยู่ดีกินดีของมนุษยชาติทุกด้าน นับตั้งแต่งานจัดหาและส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม คมนาคม หรือ แม้กระทั้งงานแพทย์ที่ใช้ปั๊ม เปรียบเสมือนหัวใจเทียมก็ว่าได้

1. เครื่องสูบ

การจำแนกเครื่องสูบ และ เทอมต่าง ๆ การเรียกชื่อเครื่องสูบนั้น มักจะเรียกชื่อตามลักษณะต่าง ๆ แตกต่างกันไป เช่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของของเหลว ลักษณะการใช้งานพิเศษ เป็นต้น และจากการที่มีการเรียกชื่อแตกต่างกันมากมาย ทำให้บางครั้งเกิดการสับสนได้ ดังนั้นจึง

ได้มีการจัดแบ่งหมวดหมู่ของเครื่องสูบขึ้นเพื่อให้สามารถเรียกชื่อได้ชัดเจนขึ้นและสามารถใช้อ้างอิงต่อไปได้

1.1 ชนิดของเครื่องสูบ

เครื่องสูบชนิดต่าง ๆ ที่ใช้งานกันอยู่นั้น หากพิจารณาถึงกลไกในการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในเครื่องสูบ จะสามารถแบ่งเป็นชนิด ต่าง ๆ ได้ 3 ชนิด คือ

1.1.1 เครื่องสูบแบบโรตารี่ (Rotary Pump) เป็นกลุ่มของเครื่องสูบที่เพิ่มพลังงานให้กับของเหลว โดยที่ของเหลวจะถูกบีบหรือรีดผ่านช่องแคบ ๆ ที่อยู่ระหว่างผนังห้องสูบกับกลไกการเคลื่อนที่ที่เรียกว่า Rotating element

1.1.2 เครื่องสูบแบบชัก (Reciprocating Pump) เป็นกลุ่มของเครื่องสูบซึ่งของเหลวจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นในห้องสูบจากการเคลื่อนที่ของกลไกประเภทลูกสูบและไดอะแฟรม ทำให้เกิดการขับดันของเหลวออกจากตัวเครื่องสูบอย่างเป็นจังวะตามการเคลื่อนที่ของกลไก

1.1.3 เครื่องสูบแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ **(Centrifugal Pump)** เป็นกลุ่มของเครื่องสูบสร้างเฮดหรือพลังงานให้กับของเหลว โดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของเครื่องสูบ

2. ชนิดของเครื่องสูบแบบโรตารี่

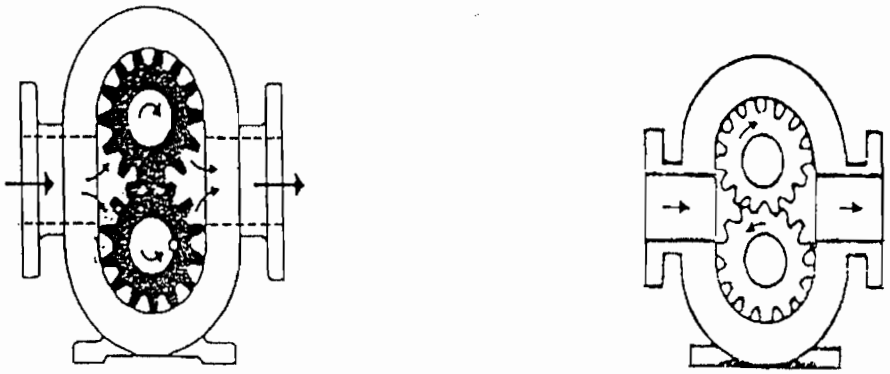
เนื่องจากโรเตอร์ซึ่งเป็นตัวจักรสำคัญในการทำงานของสูบโรตารี่ ดังนั้นการจำแนกชนิดของเครื่องสูบโรตารี่โดยการยึดถือแบบของโรเตอร์เป็นหลัก จึงต้องแยกเครื่องสูบชนิดโรตารี่ออกเป็นหลายแบบตามชนิดและหลักการทำงานของโรเตอร์ ดังนี้

2.1 แบบเฟืองเกียร์ (Gear pump) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

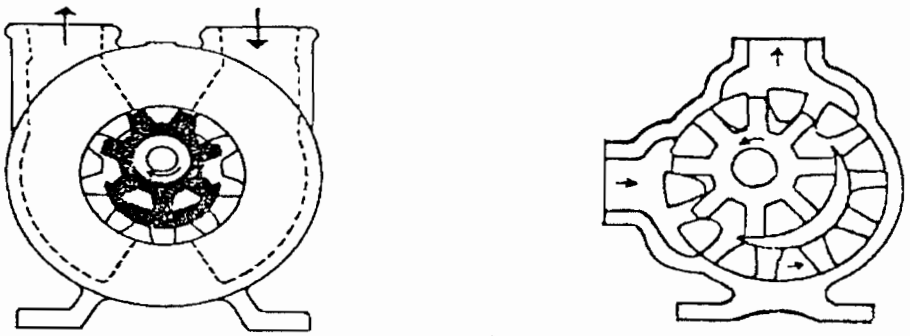
- เครื่องสูบแบบเฟืองภายนอก (External Gear Pump) มีเฟืองตามเกาะอยู่ที่ขอบนอกของเฟืองขับ และทั้งคู่จะถูกบรรจุภายในตัวสูบ โดยมีช่องว่างระหว่างปลายเฟืองทั้งคู่กับผนังตัวสูบ - น้อยที่สุด

- เครื่องสูบเฟืองภายใน (Internal Gear Pump) คือ เฟืองตัวตามเป็นรูปวงแหวนที่มีฟันเฟืองอยู่ทางด้านในเฟืองขับจะบรรจุไว้ในช่องว่างของวงแหวนโดยมีฟันแตะกันอยู่ที่จุดหนึ่งจึงมองดูเป็นเฟืองสองวงที่เกาะกันอยู่ในลักษณะเยื้องศูนย์ทำให้จุดตรงข้ามกับจุดที่เฟืองทั้งคู่ขบกันอยู่กลายเป็นช่องเปิดกว้างจึงต้องป้องกันการไหลกลับของของเหลวที่อยู่ในช่องนี้ ด้วยการนำเอาชิ้นโลหะรูปพระจันทร์เสี้ยวมาบรรจุไว้ในช่องนี้ โดยให้มีช่องว่างระหว่างผิวของโลหะนี้กับปลายเฟืองเกียร์น้อยที่สุด เครื่องสูบทั้งสองแบบนี้สามารถสลับสับเปลี่ยนช่องทางการเข้า - ออกของของเหลวได้

โดยเปลี่ยนทิศทางการหมุนของ Rotor เท่านั้น กล่าว คือ ทิศ ทางการไหลเข้าออกของของเหลวในตัวสูบขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุนของเพลา



รูปที่ ค.1 เครื่องสูบแบบเฟืองภายนอก External Gear Pump



รูปที่ ค.2 เครื่องสูบแบบเฟืองภายใน Internal Gear Pump

2.2 แบบลูกสูบและลูกเบี้ยว (Cam-and-piston Pump) หรืออาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "Rotary-plunger pump" เครื่องสูบแบบนี้ จะมีแขนที่อยู่ในลักษณะเยื้องศูนย์การหมุนของเพลาทำให้หมุนเหวี่ยงไปตามห้องสูบของเหลวจะไหลเข้าห้องสูบและถูกรีบผ่านไปตามช่องว่างภายในห้องสูบต่อเนื่องกันไป

2.3 แบบโลบิวลาร์ (Lobular Pump) เครื่องสูบแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับเครื่องสูบแบบเฟืองเกียร์ คือ ส่วนที่เป็น Rotor มีลักษณะการทำงานเหมือนเฟือง แต่มีลักษณะของฟันใหญ่กว่าฟันเฟือง เรียกว่า "Lobe" ซึ่งมีจำนวน Lobe เครื่องสูบแบบนี้จะให้ปริมาตรของเหลวที่สูบได้มากกว่าเครื่อง

สูบแบบเฟืองเกียร์ แต่ของเหลวที่จะได้มีลักษณะการไหลที่ไม่ราบเรียบและสม่ำเสมอเหมือนเครื่องสูบแบบเฟืองเกียร์

2.4 แบบ Circumferential piston pump เป็นเครื่องสูบที่ดัดแปลงมาจากเครื่องสูบแบบเฟืองเกียร์ มี 2 แบบ คือ circumferential piston pump แบบ external และแบบ internal

2.5 แบบเกลียว (Screw Pump) เครื่องสูบแบบเกลียวนั้น มีทั้ง 1 เกลียว 2 เกลียว และ 3 เกลียว เครื่องสูบแบบนี้ส่วนที่ทำหน้าที่เป็น Rotor จะมีลักษณะเป็นแกนยาวบิดเป็นเกลียว (Spiral) และหมุนแบบเยื้องศูนย์ โดยของเหลวจะถูกรีบผ่านไปตามร่องเกลียว ลักษณะการทำงานเช่นนี้ ทำให้เครื่องสูบแบบเกลียวสามารถสร้างแรงดันให้กับของเหลวได้มาก จึงมักใช้เครื่องสูบแบบนี้กับของเหลวที่มีความหนืดมากๆ ได้เป็นอย่างดี

2.6 แบบแผ่นใบพัด (Vane Pump) มี 2 แบบ คือ แบบ Sliding Vane Pump และ แบบ Swinging Vane Pump โดยทั้งสองแบบจะทำงานโดยอาศัย Rotor ที่มีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายใบพัดและคล้ายซ้อนตามลำดับ หมุนกวาดของเหลวไปตามช่องว่างภายในห้องสูบ ในบางครั้งแผ่นใบพัดหรือซ้อนที่ทำหน้าที่เป็น Rotor นั้น อาจทำด้วยวัสดุจำพวกยางก็ได้ ซึ่งจะทำให้การทำงานของเครื่องสูบแบบนี้มีเสียงเงียบมากขึ้น

นอกจากแบบต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว เครื่องสูบโรตารี่ยังมีแบบอื่นๆ อีกหลายแบบ เช่น แบบ Shuttle Block แบบ Universal Joint และแบบอื่นๆ ที่ออกมาเพื่อใช้งานเฉพาะอย่าง จึงมักมีราคาแพงและอาจใช้งานได้ไม่ดีนักกับงานอื่นๆ นอกเหนือจากงานที่มันถูกออกแบบให้ใช้

3. เครื่องสูบแบบเฟือง

เครื่องสูบแบบเฟืองจะมีหลักทำงานแบบเดียวกับเครื่องสูบแบบโรตารี่ เนื่องจากโรเตอร์เป็นตัวจักรสำคัญในการทำงานของสูบโรตารี่ซึ่งเครื่องสูบแบบเฟือง ก็เป็นเครื่องสูบแบบโรตารี่ชนิดหนึ่ง ในที่นี้จะกล่าวโดยรวมทั้งหมดของเครื่องสูบแบบโรตารี่ของมอเตอร์

เครื่องสูบแบบโรตารี่ เป็นเครื่องสูบที่ของเหลวจะต้องเข้าไปแทนที่ภายในช่องว่างภายในเรือนสูบซึ่งช่องว่างนี้เกิดจากการเคลื่อนไหวของกลไกของเครื่องสูบนั้น จึงเรียกเครื่องสูบนี้ว่า แบบ Positive Displacement Pump เช่นเดียวกับเครื่องสูบแบบชัก ซึ่งเป็นเครื่องสูบแบบใช้ลูกสูบแต่จะต่างกันที่ลักษณะการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนเท่านั้น เครื่องสูบแบบโรตารี่ทำงานด้วยการเคลื่อนที่ของเหลวเข้าไปแทนที่ช่องว่างภายในเรือนสูบ ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ในลักษณะหมุนวนส่วนเครื่องสูบแบบลูกสูบนั้น การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดช่องว่างเพื่อให้ของเหลวเข้าไปแทนที่จะเป็นลักษณะกลับไปกลับมา

หลักการทำงานของเครื่องสูบแบบโรตารี่ คือ ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวซึ่งอาจเป็นเฟืองแผ่นโลหะ ลูกสูบ เกลียว หรือลูกเบี้ยว ฯลฯ ซึ่งบรรจุอยู่ในเรือนสูบนั้น จะหมุนหรือเคลื่อนที่ไป ของเหลวจะไหลผ่านตามช่องทางเข้าและถูกชิ้นส่วนเหล่านี้ตักหรือกวาดให้ลัดเลาะไปตามขอบผนังของเรือนสูบ โดยมีระยะห่างระหว่างผนังของตัวสูบกับปลายของชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ที่น้อยมาก ของเหลวจะได้รับพลังงานเพิ่มจากการถูกอัดหรือรีดไประหว่างช่องแคบนี้ จากนั้นก็ถูกปล่อยออกที่ปากทางออก การเคลื่อนไหวนี้ ทำให้แรงดันของเหวอันเกิดจากการรีดผ่านช่องแคบๆ สูงมาก เครื่องสูบแบบนี้จึงใช้ได้ดีกับระบบที่ต้องการแรงดันสูงๆ เครื่องสูบแบบโรตารี่นี้ ใช้ได้กับของไหลทุกชนิด ตั้งแต่-น้ำ ของเหลวชนิดต่างๆ อากาศและแก๊ส และด้วยคุณสมบัติอันนี้เอง ทำให้เครื่องสูบโรตารี่เป็นที่นิยมมากในการนำไปใช้งานกับของเหลวที่มีความหนืดสูง เช่น น้ำมันดิบ เป็นต้น

4. ส่วนประกอบของเครื่องสูบแบบเฟือง

เครื่องสูบแบบเฟืองมีอยู่มากมายหลายแบบ แต่ละแบบก็มีส่วนประกอบแตกต่างกันไปแต่ก็ยังมีชิ้นส่วนบางชิ้นที่เครื่องสูบแบบเฟืองทุกแบบจะต้องมีเหมือนๆ กันดังต่อไปนี้

ห้องสูบ หมายถึง ช่องว่างภายในเครื่องสูบซึ่งในขณะทำงานจะมีของเหลวเข้ามาบรรจุอยู่เต็ม โดยผ่านเข้ามาตามช่องทางเข้า ซึ่งอาจจะมีช่องเดียวหรือหลายช่อง และของเหลวจะไหลออกจากห้องสูบทางช่องทางออก ซึ่งอาจจะมีทางเดียวหรือหลายทางเช่นกัน

ตัวสูบ หมายถึง ชิ้นส่วนที่หุ้มห่อห้องสูบไว้ ซึ่งก็คือเรือนสูบนั่นเอง ในเครื่องสูบโรตารี่บางแบบ ตัวสูบเองเป็นชิ้นส่วนที่หมุนไป แต่ส่วนใหญ่ตัวสูบมักจะอยู่กับที่ บางครั้งจึงเรียกส่วนนี้ว่า Stator ส่วนปลายของตัวสูบจะเป็นฝาคลอบห้องสูบซึ่งเป็นส่วนที่ปิดส่วนปลายห้องสูบเอาไว้

ส่วนที่เคลื่อนไหวของเครื่องสูบแบบเฟือง ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันไปในแต่ละแบบ เช่น เกียร์ สกรู ลูกเบี้ยว ลูกสูบ ฯลฯ ทำหน้าที่ถ่ายเทพลังงานให้กับของเหลว โรเตอร์จะอยู่กับเพลาส่งกำลัง ซึ่งเป็นส่วนที่เคลื่อนไหวอีกชิ้นหนึ่ง เพลาจะรับกำลังโดยผ่านมาทางชิ้นส่วนเคลื่อนไหวชิ้นที่สาม คือ ข้อต่อถ่ายกำลัง แต่เครื่องสูบแบบเฟืองบางแบบก็ถ่ายกำลัง โดยผ่านทางตัวถ่ายกำลังที่ทำงานด้วยระบบแม่เหล็กธรรมดาหรือแม่เหล็กไฟฟ้า

ซีลกันรั่วของเครื่องสูบแบบเฟืองมี 2 แบบ คือ Static seal ซึ่งใช้วิธีอัดของเหลวหรืออากาศไว้ระหว่างชิ้นส่วนที่หมุนกับส่วนที่อยู่กับที่ เพื่อป้องกันไม่ให้ของเหลวภายในซึมผ่านออกมาได้อีกแบบหนึ่งคือ moving seal ใช้ป้องกันการรั่วของของเหลวในบริเวณห้องสูบ ส่วนที่เพลาส่งกำลังยื่นออกมาภายนอก ตลอดจนส่วนทุกส่วนที่เป็นรอยต่อระหว่างชิ้นส่วนที่หมุนกับกับชิ้นส่วนที่อยู่กับที่

สำหรับกระบอกปะเก็นกันรั่วนั้น พบว่ามีใช้บ้างเหมือนกันในเครื่องโรตารี่บางชนิดโดยใช้ที่บริเวณห้องสูบส่วนที่เพลายื่นออกมา เช่นเดียวกับเครื่องสูบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์

5. การทำงานของเครื่องสูบแบบเฟือง

เครื่องสูบแบบเฟืองส่วนใหญ่จะใช้โรเตอร์ หรือส่วนของโรเตอร์ส่วนใดส่วนหนึ่ง เป็นลิ้นปิดกั้นทางเดินของเหลวที่เข้าและออกจากตัวสูบ ดังนั้นเครื่องสูบแบบเฟืองจึงไม่จำเป็นต้องมี Inlet valve และ Outlet valve นอกจากนี้ปริมาณของเหลวที่จะผ่านเครื่องสูบก็ขึ้นอยู่กับปริมาตรของช่องว่างภายในโรเตอร์ ซึ่งใช้เป็นส่วนที่ดักของเหลวไว้เท่านั้น สภาวะการทำงานของเครื่องสูบแบบเฟือง แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

1. ทางเข้าเปิด-ทางออกปิด (Closed-to-outlet Open-to-inlet) ในสภาวะนี้ ของของเหลวจะไหลเข้าสู่ตัวสูบตามช่องทางเข้าที่เปิดอยู่ ส่วนทางออกจะปิดสนิท

2. ทางเข้าปิด-ทางออกปิด (Closed-to-outlet Closed-to-inlet) เป็นช่วงที่ทั้งทางเข้าและทางออกจะถูกส่วนของโรเตอร์ปิดกั้นไว้ แล้วโรเตอร์จะหมุนนำเอาของเหลวที่ดักเอาไว้ในช่องว่างของตัวมัน ลัดเลาะจากด้านทางเข้าไปยังทางออกของตัวสูบ

3. ทางเข้าปิด-ทางออกเปิด (Open-to-outlet Closed-to-inlet) เป็นจังหวะที่ของเหลวที่โรเตอร์ดักไว้เดินทางไปถึงด้านทางออก ซึ่งจะเป็นทางให้ของเหลวผ่านออกไป

จะเห็นได้ว่า ปริมาตรของเหลวที่ผ่ายเครื่องสูบจะขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 สิ่ง คือ การทำงานประสานกันระหว่าง Rotor กับ Stator ในการเปิด-ปิดช่องทางเข้าออกตัวสูบ และประการที่สอง คือ เวลาที่ใช้ในการเปิด-ปิดช่องทางเข้าออกในจังหวะแรก เมื่อทางเข้าเปิดและทางออกปิดของของเหลวจะไหลเข้าสู่ช่องว่างใน Rotor ทำให้ปริมาตรของของเหลวในตัวสูบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ช่วงเวลาที่ทางเข้าเปิดสั้น ของเหลวก็จะไหลเข้าสู่ตัวสูบได้น้อย ให้ปริมาตรของของเหลวที่มีในช่วงที่สองเมื่อ-ทางเข้าออกปิดหมด และของเหลวถูกนำมาจากทางเข้าไปยังทางออกมีปริมาตรน้อยไปด้วย เมื่อถึงช่วงจังหวะที่สามเมื่อทางออกเปิดของเหลวที่ผ่านออกมาก็มีปริมาตรน้อย ประสิทธิภาพของเครื่องก็ลดลง

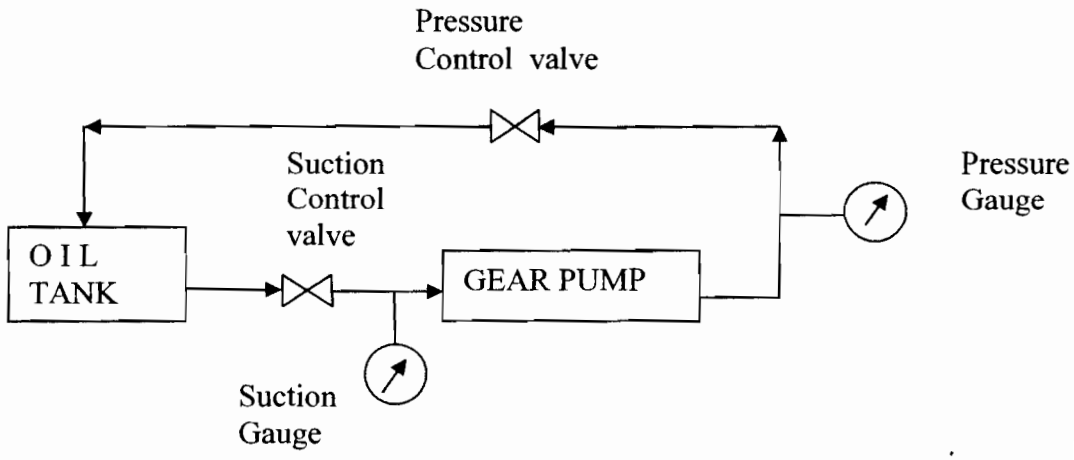
6. การทดลองสมรรถนะเครื่องสูบแบบเฟือง

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อทดสอบการปรับความดันที่ทางออกของเครื่องสูบเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหล

7. โครงสร้างการทำงานของชุดทดลอง

โครงสร้างการทำงานของชุดทดลองของเครื่องสูบแบบเฟืองขนาดเล็กและขนาดกลาง มีเครื่องสูบแบบเฟืองภายนอก และเครื่องสูบเฟืองภายใน ในส่วนของโครงสร้างการทำงานของชุดทดลองนี้ จะเป็นแบบ เครื่องสูบแบบเฟืองภายนอก (External gear pump) จะมีเฟืองตามเกาะอยู่ที่ขอบนอกของเฟืองขับ และทั้งคู่จะถูกบรรจุภายในตัวสูบ โดยมีช่องว่างระหว่างปลายเฟืองทั้งคู่กับผนังตัวสูบน้อยที่สุด



รูปที่ ค.3 แสดงอุปกรณ์การทำงานของชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

8. วิธีการทดลอง

1. เปิดวาล์วควบคุมที่ทางออกเครื่องสูบจนสุด (ความดันที่เกจทางออกจะน้อยสุด) อ่านค่าความดันที่ได้ในหน่วย kg_f/cm^2

2. วัดอัตราการไหลของน้ำมันโดยการจับเวลาและเช็คปริมาตรน้ำมันที่เพิ่มขึ้นในช่วงการจับเวลา คำนวณเป็นอัตราการไหล : (Q)

3. วัดแรงที่อ่านค่าได้จากตาชั่งสปริงวัดแรงบิด

4. วัดปริมาตรการไหลของน้ำมันที่อ่านค่าได้จากปริมาตรน้ำมันในถัง

5. ค่อย ๆ ปิดวาล์วปรับความดันทางออกเพิ่มขึ้นเพื่อให้ความดันน้ำมันที่ทางออกเครื่องสูบมากขึ้น เพื่อวัดอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงไป (อัตราการไหลควรจะลดลงเล็กน้อย) ทำซ้ำโดยปิดวาล์วทางออกเพื่อวัดอัตราการไหลประมาณ 5-10 จุดเป็นอย่างน้อย

6. คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบ และสร้างกราฟ

7. สรุปผลการทดลอง

9. การใช้พลังงานและประสิทธิภาพของเครื่องสูบ

1. คำนวณกำลังงานที่เครื่องสูบให้แก่น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ, (W_O)

2. คำนวณกำลังมอเตอร์ที่ให้แก่เครื่องสูบ, (W_i)

3. คำนวณประสิทธิภาพของเครื่องสูบ, (η)

1 กำลังงานที่เครื่องสูบให้แก่น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ (W_O) หาได้จากอัตราการไหลของน้ำ และความดันที่เพิ่มขึ้น

$$W_O = Q \times P \quad \text{..... (1)}$$

$$W_O = Q\left[\frac{L}{\min} \times \frac{l\ \min}{60\ \sec} \times \frac{l\ m^3}{1000\ L}\right] \times P\left[\frac{kg_f}{cm^2} \times \frac{10^4\ cm^2}{m^2} \times \frac{9.81N}{1kg}\right]$$

โดย

W_O = กำลังงานมอเตอร์ที่ให้กับน้ำ, (Watt)

Q = อัตราการไหลของน้ำ, (L / min)

P = ความดันพื้นที่เพิ่มขึ้น

= ความดันท่อส่ง - ความดันท่อดูด, (kg_f / cm^2)

2 กำลังงานมอเตอร์ที่ให้แก่เครื่องสูบ (W_i) วัดได้จากแรงบิดของมอเตอร์ และความเร็วรอบของมอเตอร์

$$W_i = \frac{Fr \times 2\pi n}{60} \quad \text{..... (2)}$$

โดย

W_i = กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่เครื่องสูบ, (Watt)

n = ความเร็วรอบต่อนาที, (rpm)

F = แรงบิดวัดที่ปลายแขนหมุนของมอเตอร์ไดนาโมมิเตอร์, (N)

r = ความยาวของแขนหมุนของไดนาโมมิเตอร์, (m)

ในกรณีที่ ค่าแรงบิด τ = Fr สามารถอ่านค่าได้โดยตรง และมีหน่วย (N.m)

$$W_i = [N \times m] \times n\left[\frac{rev}{\min} \times \frac{2\pi}{rec} \times \frac{1\ \min}{60\ \sec}\right]$$

$$W_i = [N \times m] \times n \left[\frac{rev}{\min} \times \frac{2\pi}{rec} \times \frac{1 \min}{60 \sec} \right]$$

3 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบ η

ประสิทธิภาพของเครื่องสูบ = $\frac{\text{กำลังงานที่ป้อนให้แก่น้ำ}}{\text{กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่เครื่องสูบ}}$

$$= \frac{W_O}{W_i} \quad \text{..... (3)}$$

ตาราง ค.1 การทดลองของชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

จำนวนครั้งที่ทดลอง	เกจวัด		จำนวนลิตร (L)	เวลาที่ทดลอง (sec)	แรงบิดมอเตอร์ (kg)
	ทางเข้า cm/Hg	ทางออก kg_f/cm^2			
1	-7	0.3	8	1	0.6
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

ผลการทดลองครั้งที่ 1

76 cmHg = 1 kg_f/cm^2

-7 cmHg = $\frac{1\times(-7)}{76}$ kg_f/cm^2

= -0.092 kg_f/cm^2

10 sec = 8 L

60 sec = $\frac{60\times 8}{10}$

Q = 48 $\frac{L}{\min}$

H = $\frac{P}{\rho g}$

ρ_{oil} = 845 $\frac{kg}{m^3}$

G = 9.81 $\frac{m}{s^2}$

ΔP = $P_2 - P_1$

P = ความดันท่อส่ง - ความดันท่อดูด

= 0.2 kg_f/cm^2 - (-0.092 kg_f/cm^2) (เป็นความดันสุญญากาศ-ค่าเป็นลบ)

= 0.292 kg_f/cm^2

= $0.292\left[\frac{kg_f}{cm^2}\times\frac{10^4 cm^2}{m^2}\right]$

= 2920 $\frac{kg_f}{m^2}$

H = $\frac{P}{\rho g}$

H = $\frac{2920\frac{kg_f}{m^2}}{845\frac{kg}{m^3}\times 9.81\frac{m}{s^2}}$

= $\frac{2920\frac{kg_f}{m^2}}{8289.45\frac{kg}{m^2 s^2}}$

$$= \frac{2920 \frac{kg_f}{m^2}}{8289.45 \frac{kg}{m^2 s^2}}$$

$$= \frac{2920 \frac{kg_f}{m^2}}{8289.45 \frac{N}{m^3}}$$

$$= 0.352 \left[\frac{kg_f}{m^2} \times \frac{m^3}{N} \times \frac{9.81N}{1kg} \right]$$

$$= 3.45 \text{ m}$$

จากสูตร $W_O = Q \times P$

$$= Q\left[\frac{L}{\min} \times \frac{1\min}{60\sec} \times \frac{1\, m^3}{1000L} \right] \times P \left[\frac{kg_f}{cm^2} \times \frac{10^4\, cm^2}{m^2} \times \frac{9.81N}{1kg} \right]$$

$$= 48\left[\frac{L}{\min} \times \frac{1\min}{60\sec} \times \frac{1m^3}{1000L} \right] \times 0.292 \left[\frac{kg_f}{cm^2} \times \frac{10^4 cm^2}{m^2} \times \frac{9.81N}{1kg} \right]$$

$$= 8 \times 10^{-4} \times 0.292 \times 98100 \quad \text{N.m/sec}$$

$$= 22.91 \quad \text{N.m/sec}$$

จากสูตร $W_i = \frac{Fr \times 2\pi n}{60}$

$F = 0.7 \text{ kg} \times 9.81 \text{ N} = 6.87 \text{ N}$

$r = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$n = 1400 \text{ rpm}$

$\pi = 3.14$

$$W_i = (6.87 \times 0.2) \times 2 \times 3.14 \left[\frac{1400}{\min} \times \frac{1\min}{60\sec} \right]$$

$$= 1.374 \text{ N.m} \times 146.53 \text{ sec}$$

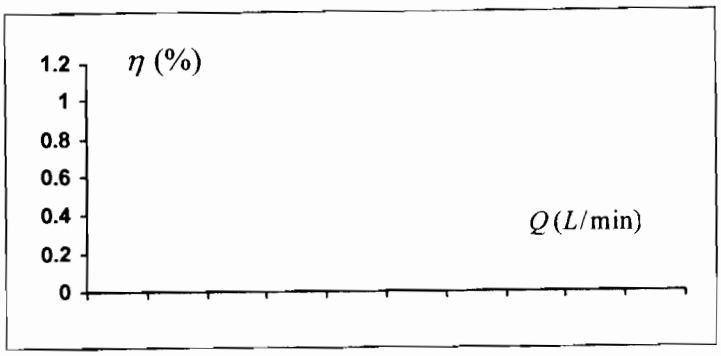
$$= 201.33 \text{ N.m/sec}$$

จากสูตร $\eta = \frac{W_O}{W_i}$

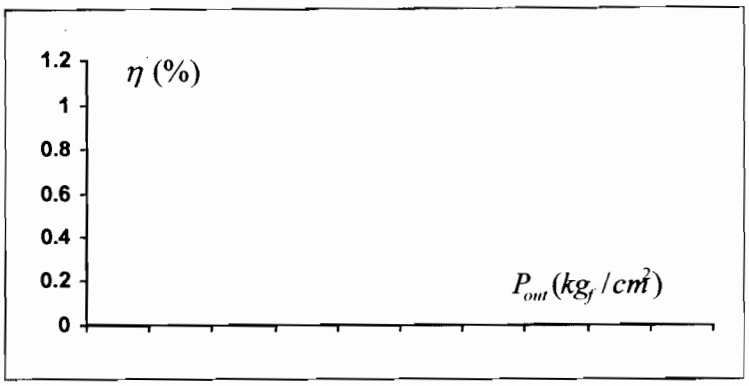
$$= \frac{22.91}{201.33} \times 100\,\%$$

$$= 11.37 \quad \%$$

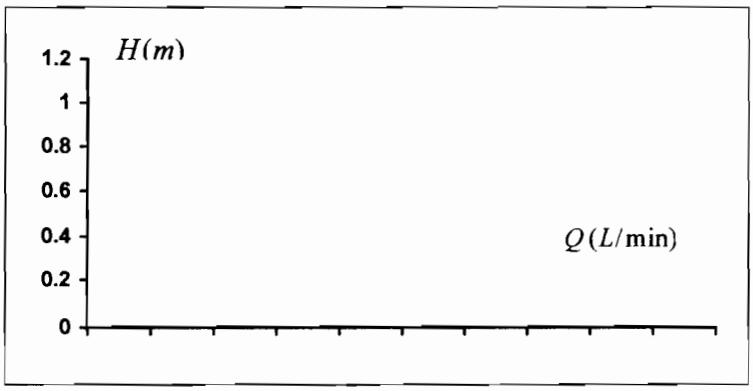
กราฟแสดงประสิทธิภาพของชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง



รูปที่ ค.4 กราฟแสดงประสิทธิภาพ (η) กับอัตราการไหล (Q)



รูปที่ ค.5 กราฟแสดงประสิทธิภาพ (η) กับความดันขาออก (P_{out})



รูปที่ ค.6 กราฟแสดงความสูง (H) กับอัตราการไหล (Q)

ประวัติผู้จัดทำ

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายพงษ์ศักดิ์ หนุ่มรักชาติ
ชื่อเรื่อง ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง
สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล

ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 27 เดือน ธันวาคม 2524 อายุ 25 ปี

ที่อยู่ 138/66 หมู่ 14 ต. วัดไทร อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2539 จบมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนนวมินทราชูทิศ มัชฌิม จ.นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2540 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)โรงเรียนเทคโนโลยีภาคเหนือ จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2549 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท นิลกำแหงคาร์เซอร์วิส นครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

สำนักการประปา เทศบาลนครนครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล ว่าที่ รต. ศิวกานต์ คุ้มเขตร์
ชื่อเรื่อง ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง
สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล

ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 14 เดือน ธันวาคม 2525 อายุ 24 ปี
ที่อยู่ 19 หมู่ที่ 2 ต. นครสวรรค์ตก อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนนครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2549 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

บริษัท วงศ์ชัยการค้า นครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

สำนักการประปา เทศบาลนครนครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายชาตรี พูลพิพัฒน์

ชื่อเรื่อง ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล

ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 19 เดือน ตุลาคม 2525 อายุ 24 ปี

ที่อยู่ 1 หมู่ 7 ต. อุดมธัญญา อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ 60190

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2544 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนทหารอากาศอนุสรณ์ จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จ.นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2549 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

บริษัท เอ็ม เอ็ม ซี สิทธิผล จำกัด (สาขาหัวหมาก) กรุงเทพฯ ตำแหน่ง นักศึกษา-ฝึกงาน

บริษัท สุรากระทิงแดง (1988) จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายวสันต์ วิทยารัตน์

ชื่อเรื่อง ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล

ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 26 เดือน มีนาคม 2527 อายุ 22 ปี

ที่อยู่ 109 หมู่ 4 ต. บ้านใหม่คลองเคียน อ. บ้านไร่ จ. อุทัยธานี 61180

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยสารพัดช่าง จ. อุทัยธานี

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี จ. อุทัยธานี

ปี พ.ศ. 2549 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

บริษัท มารวยลิสซิ่ง นครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท ซูซูกิ นครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท สุรากระทิงแดง (1988) จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายสุทัศน์ จุ้ยโต

ชื่อเรื่อง ชุดทดลองเครื่องสูบแบบเฟือง

สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล

ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 31 เดือน มีนาคม 2525 อายุ 24 ปี

ที่อยู่ 41/3 หมู่ 10 ต. ห้วยร่วม อ. หนองบัว จ. นครสวรรค์ 60110

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2544 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ จ. นคสวรรค์

ปี พ.ศ. 2549 ปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏ-นครสวรรค์ จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครสวรรค์ ตำแหน่งนักศึกษาฝึกงาน

บริษัท ศรีไทยซุปเปอร์แวร์ นครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน