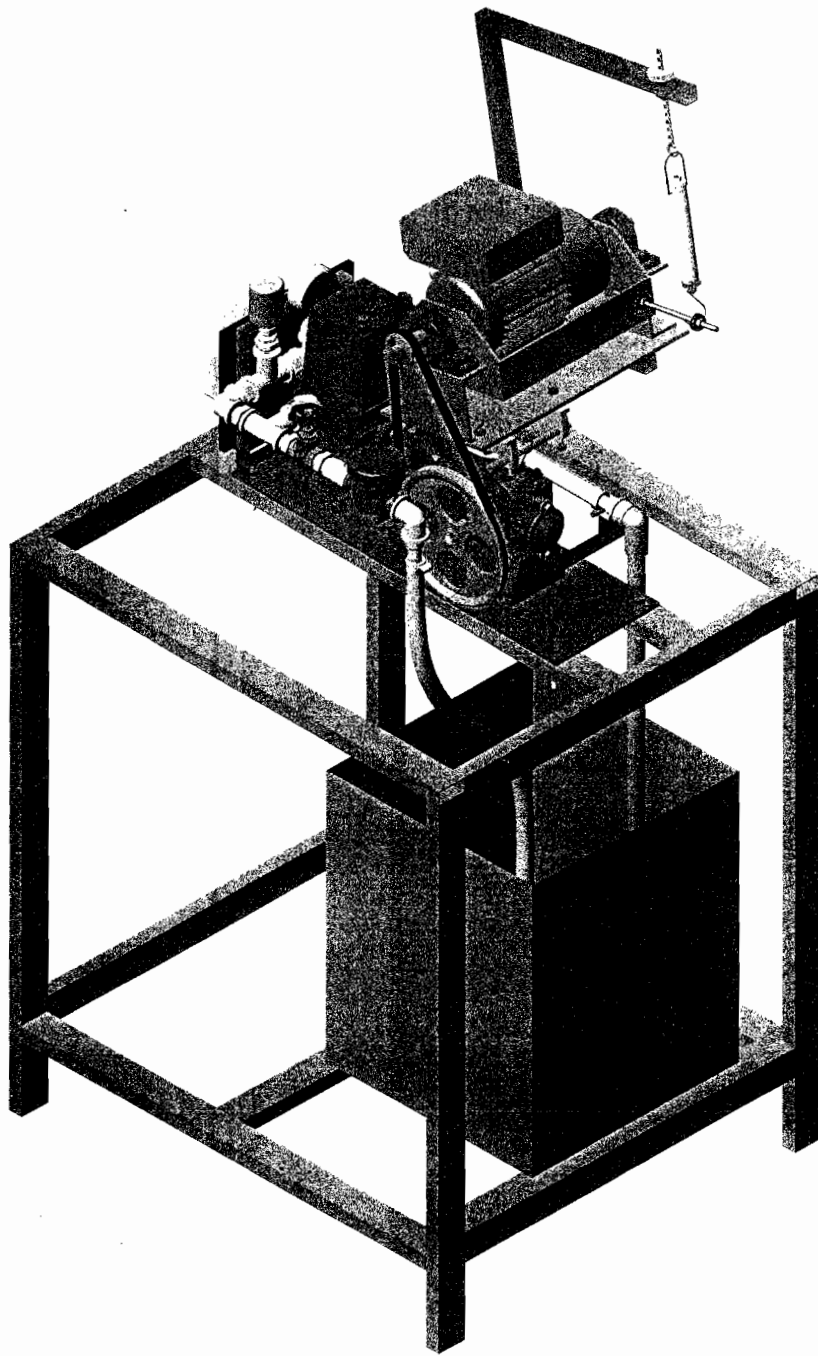


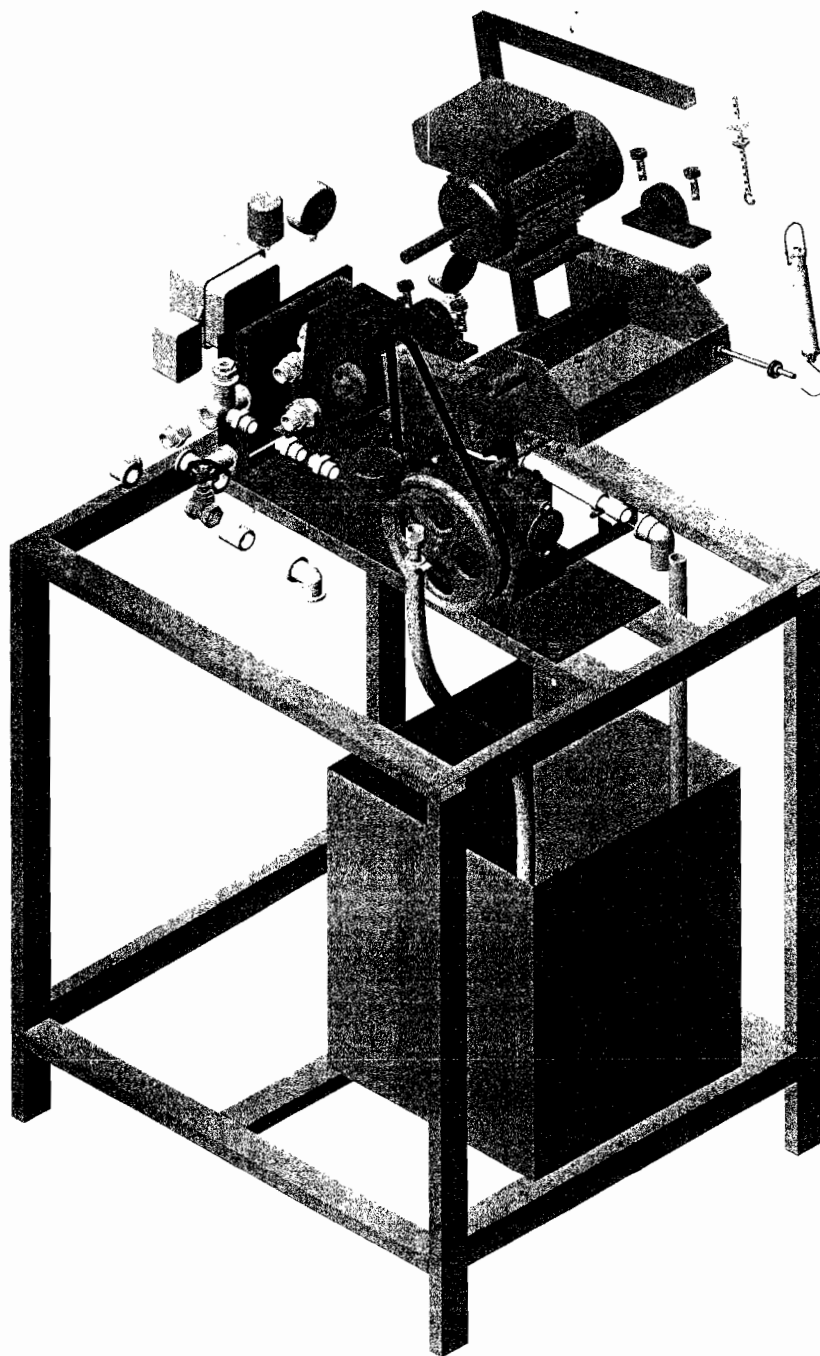
ภาคผนวก ก
แบบรูปโครงการ



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL :		TITLE: ภาพประกอบ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:128	DWG NO. 1
	DATE : SEP 15 2006	



ISOMETRIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL :**TITLE:**

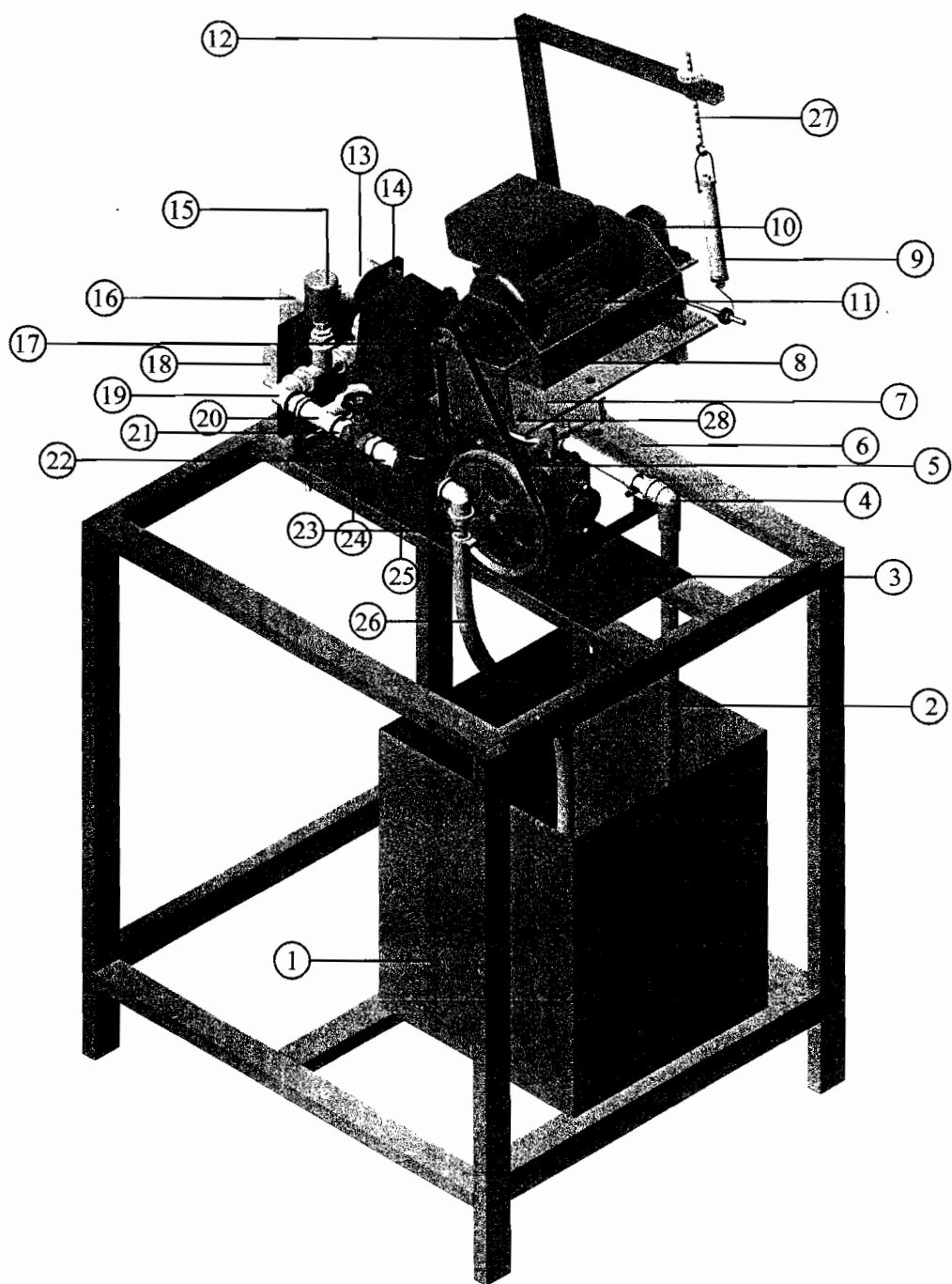
ภาพระเบิดชิ้นส่วน

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS**DWG.BY :**

NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:128**DATE : SEP 15 2006****DWG NO.**

2



ISOMETRIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL :**TITLE:**

ภาพบอกชิ้นส่วน

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS**DWG.BY :**

NIRUN KRUTPUN

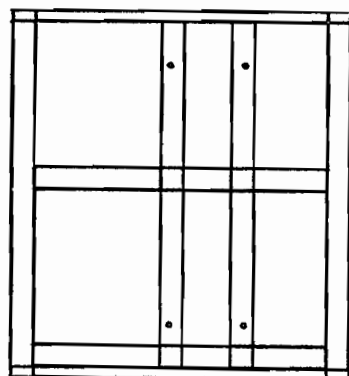
SCALE : 1:128**DATE :** SEP 15 2006**DWG NO.**

3

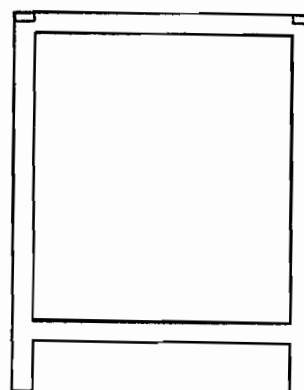
ชั้นที่	จำนวนชั้น	ชื่อชิ้นส่วน	ขนาด
1	1	ถังน้ำ	400 x 400 x 500 mm
2	1	ท่อ PVC	19 mm
3	1	แผ่นยึดปั๊ม	200 x 630 x 6 mm
4	1	ข้องอ PVC 90°	19 mm
5	1	สายพาน	A 990 mm
6	1	โครง	740 x 830 x 960 mm
7	1	แท่นยึดมอเตอร์ติดกับปั๊ม	200 x 400 x 100 mm
8	1	แท่นมอเตอร์	200 x 300 x 120 mm
9	1	ตราขึงสปริง	20 N
10	2	แบบริง	NTN P 205
11	1	มอเตอร์ไฟฟ้า	220 V 1 HP
12	1	ขาเกี่ยวตราขึงสปริง	400 x 500 x 25 mm
13	2	เกจ	in 0-(-76) cmHg out 0-5 kg/cm ²
14	1	แผงยึดสวิทช์ควบคุม	200 x 250 x 25 mm
15	1	สวิทช์ตัดแรงดัน	on 1.8 kgf/cm ² off 2.8 kgf/cm ²
16	1	เครื่องวัดงานไฟฟ้า	220 V 5 A
17	1	ปั๊มแบบลูกสูบชัก	2000 LTR / H
18	1	สวิทช์ควบคุม	500 V 15 A
19	3	ข้องอ 90°	19 mm
20	2	สามทาง	19 mm
21	9	ข้อต่อเกลียวตัวผู้	19 mm
22	1	ข้อต่อตรง	19 mm
23	2	ข้อต่อสายยาง	19 mm
24	2	วาล์วประตูน้ำ	19 mm
25	1	มาตรวัดน้ำ	15 mm
26	1	สายยาง	25 x 1000 mm
27	1	ขอกเกี่ยวรับตราขึงสปริง	ยาว 180 mm
28	18	น็อต	M 12 x 50
	4	น็อต	M 10 x 30
	4	น็อต	M 19 x 30

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

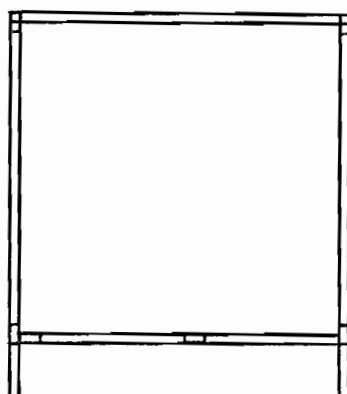
MATERIAL :		TITLE: ตารางวัสดุ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE :	DWG NO. 4
	DATE : SEP 15 2006	



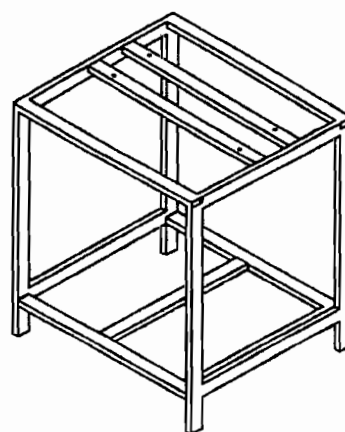
TOP



FRONT



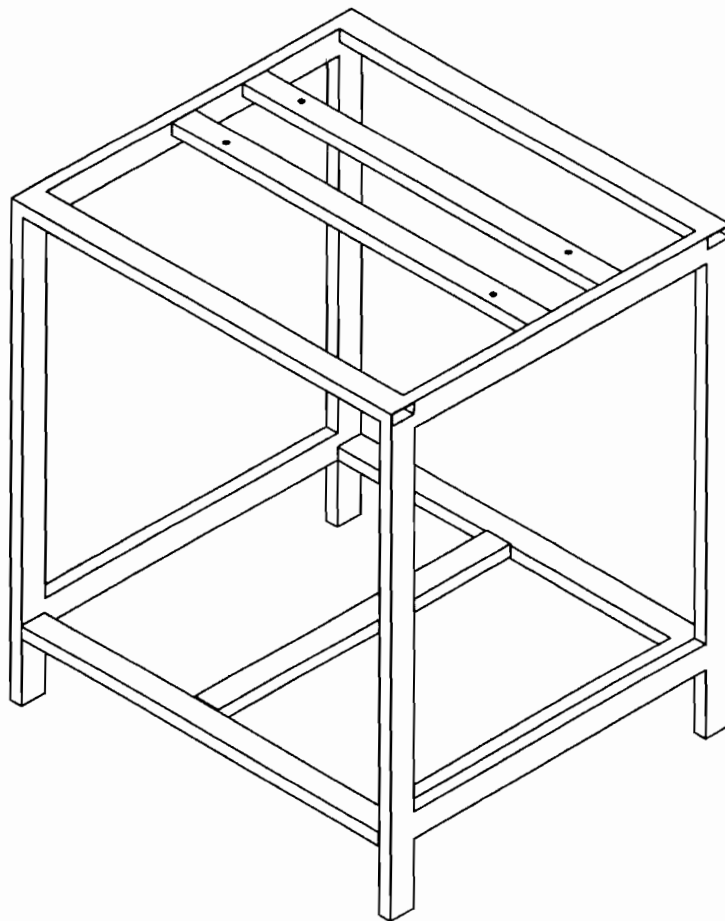
RIGHT



ISOMETRIC

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

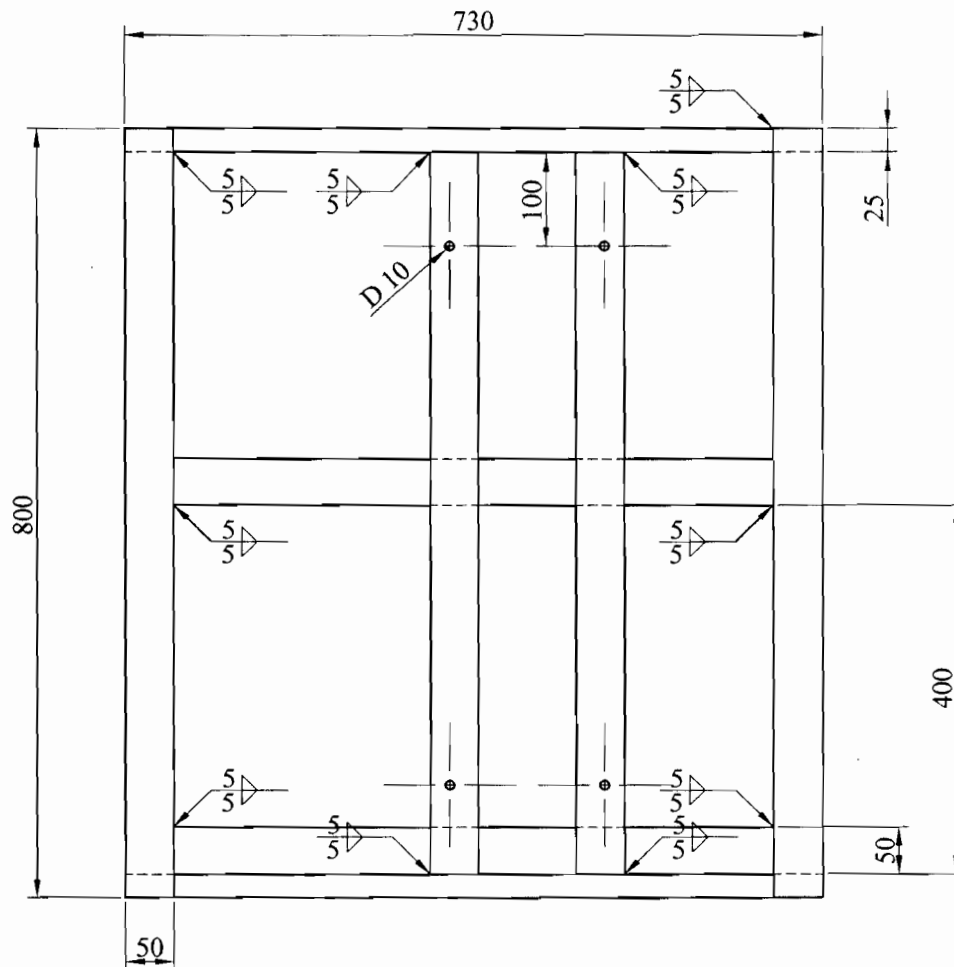
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:190	DWG NO. 5
	DATE : SEP 15 2006	



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

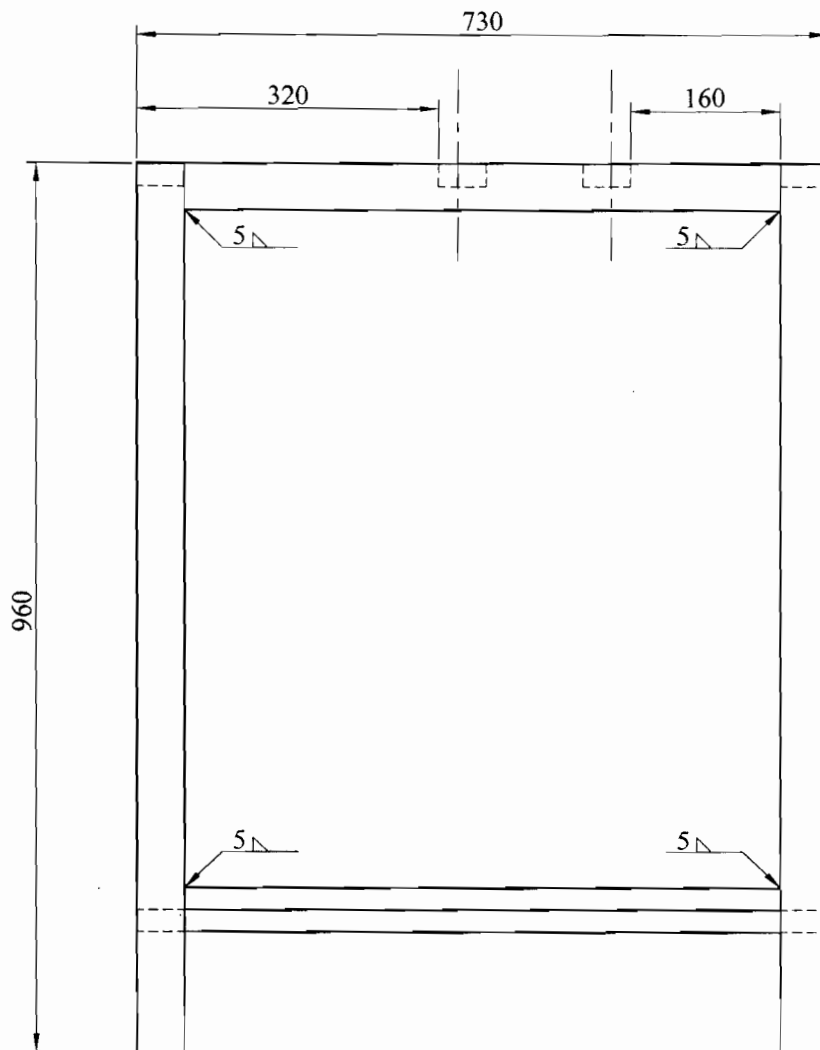
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:140	DWG NO. 5/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

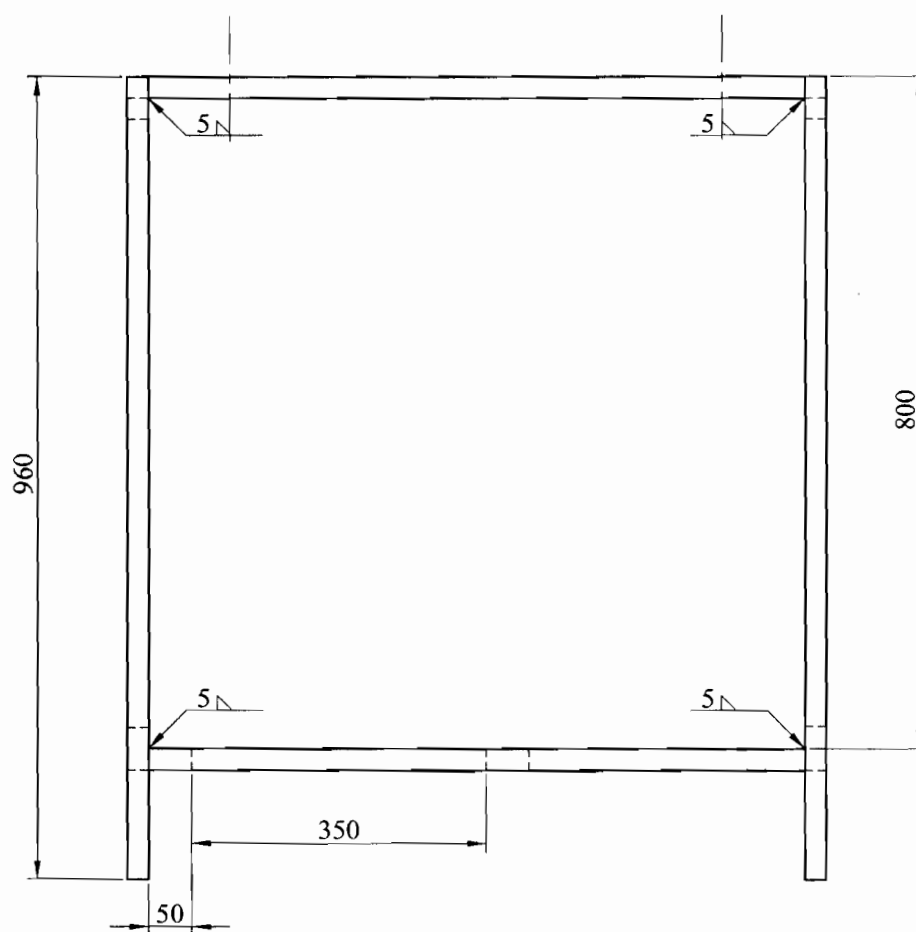
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:80	DWG NO. 5/2
	DATE : SEP 15 2006	



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: โครง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:80	DWG NO. 5/3
	DATE : SEP 15 2006	



RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : FRAM STEEL

TITLE:

โครง

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

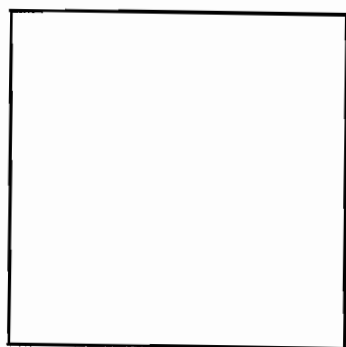
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:90

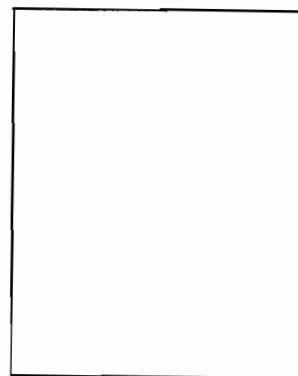
DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

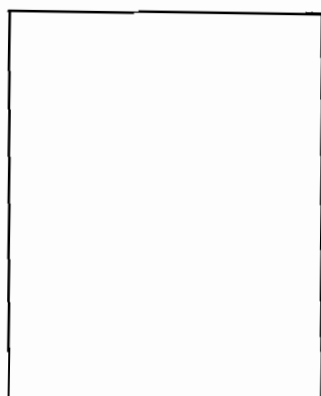
5/4



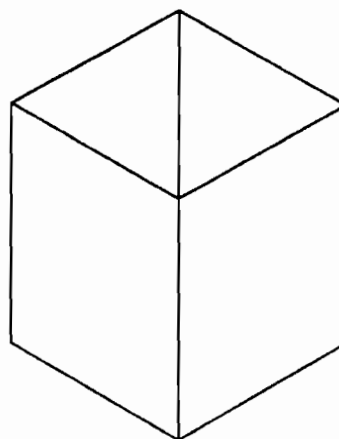
TOP



FRONT



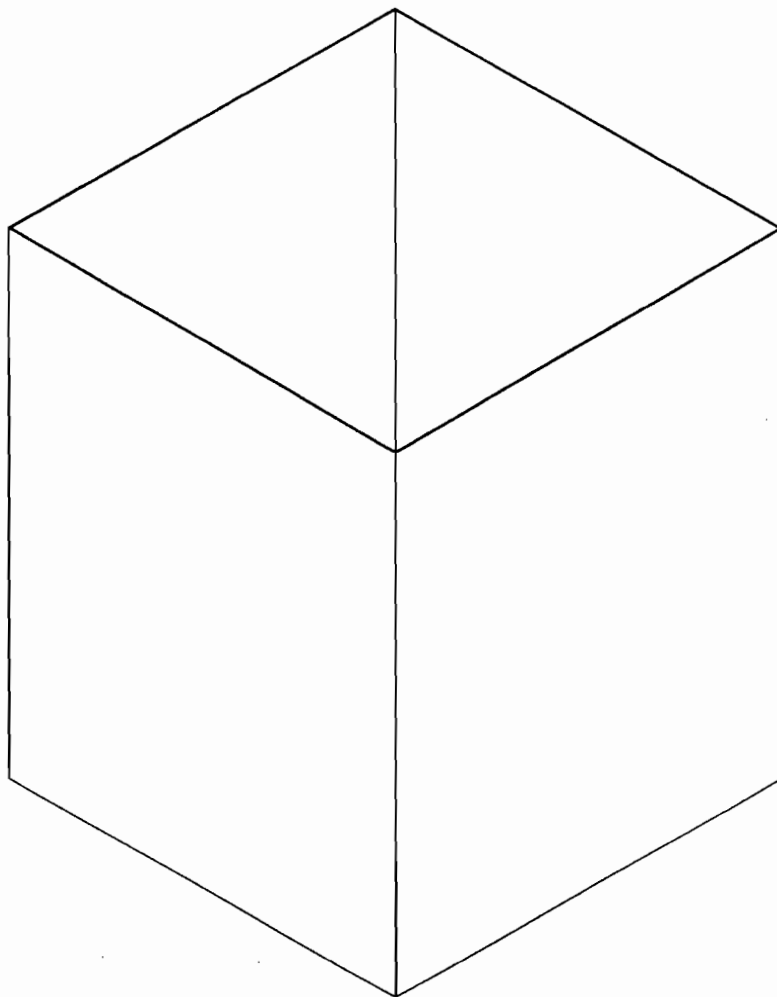
RIGHT



ISOMETRIC

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

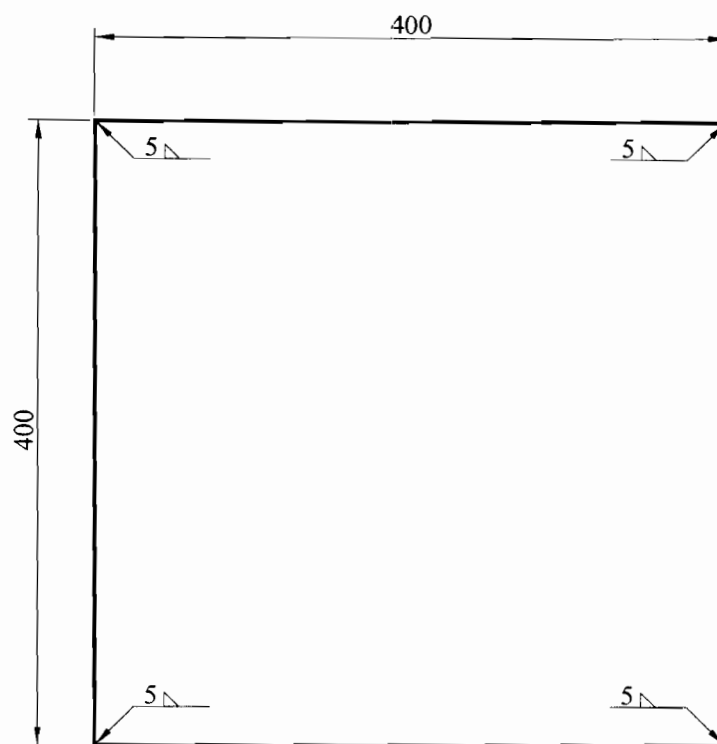
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ถังน้ำ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:100	DWG NO. 6
	DATE : SEP 15 2006	



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ถังน้ำ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:68	DWG NO. 6/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON

TITLE:

ถังน้ำ

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

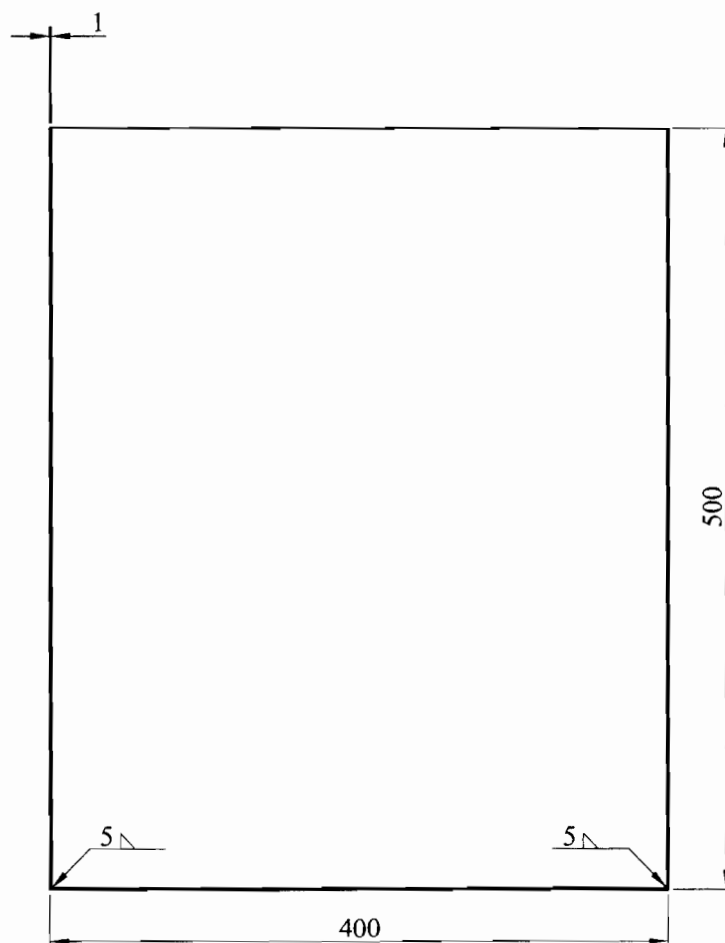
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:48

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

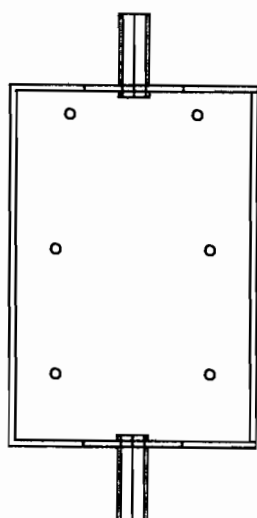
6/2



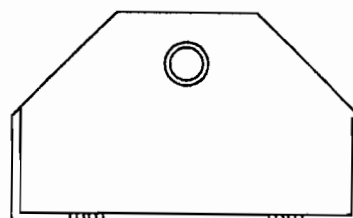
FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

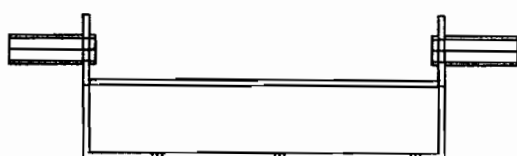
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: ถังน้ำ
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:48	DWG NO. 6/3
	DATE : SEP 15 2006	



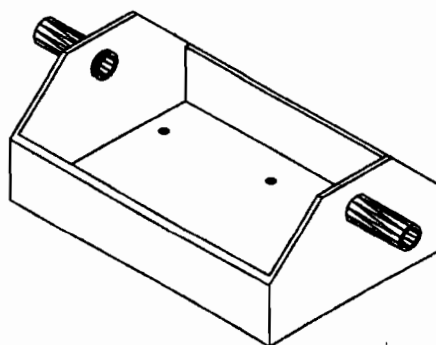
TOP



FRONT



RIGHT



ISOMETRIC

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON

TITLE:

แท่นมอเตอร์

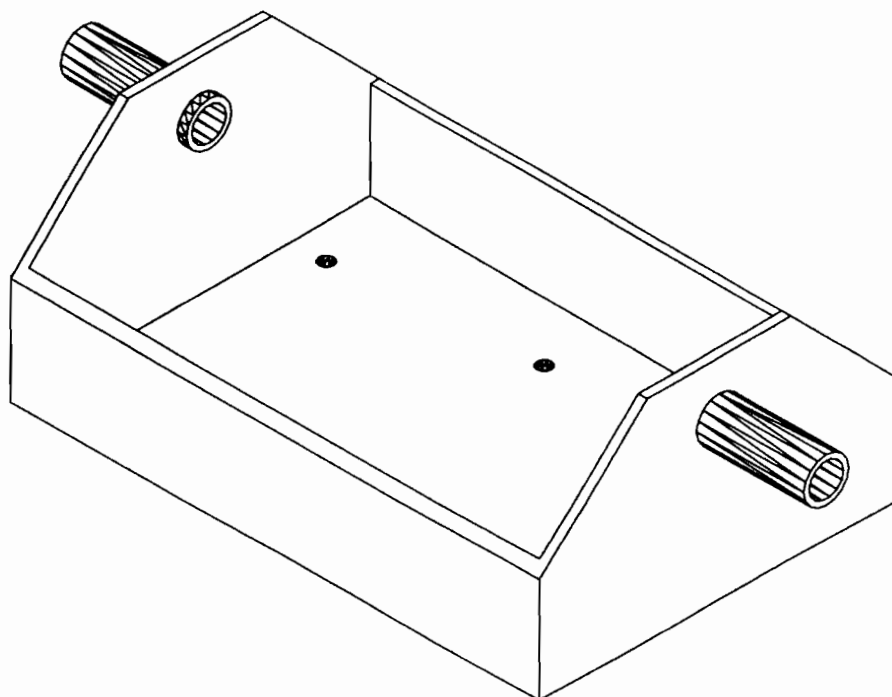
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:62

DWG NO.
DATE : SEP 15 2006

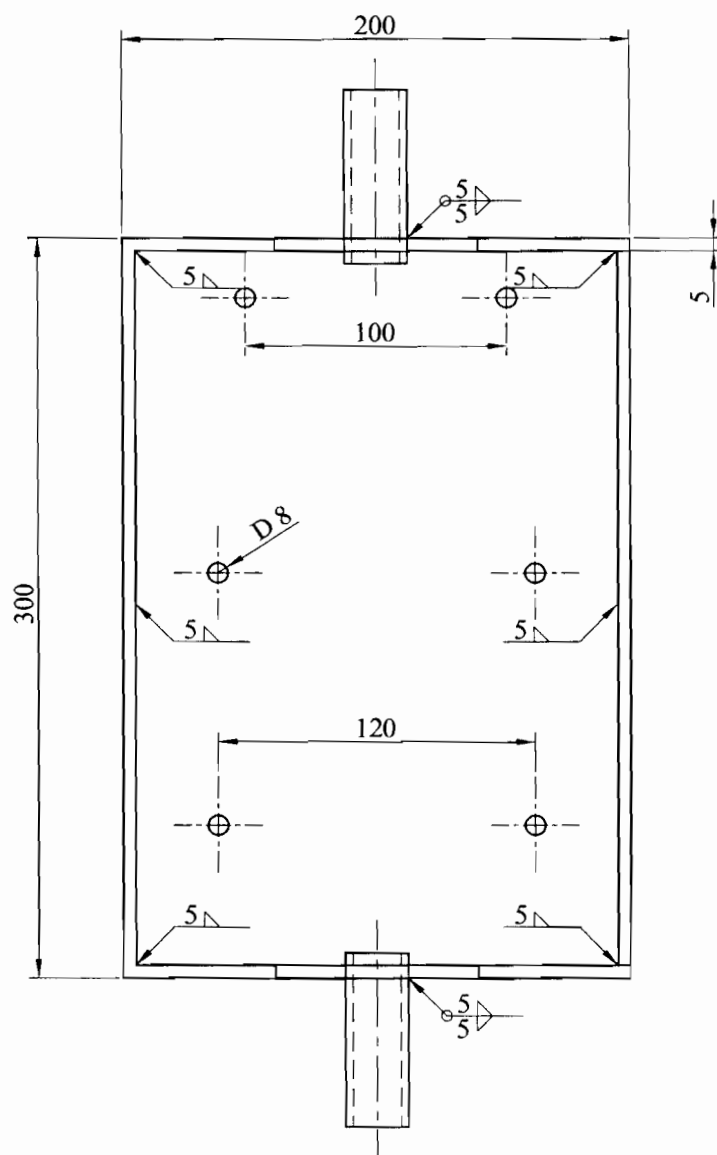
7



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

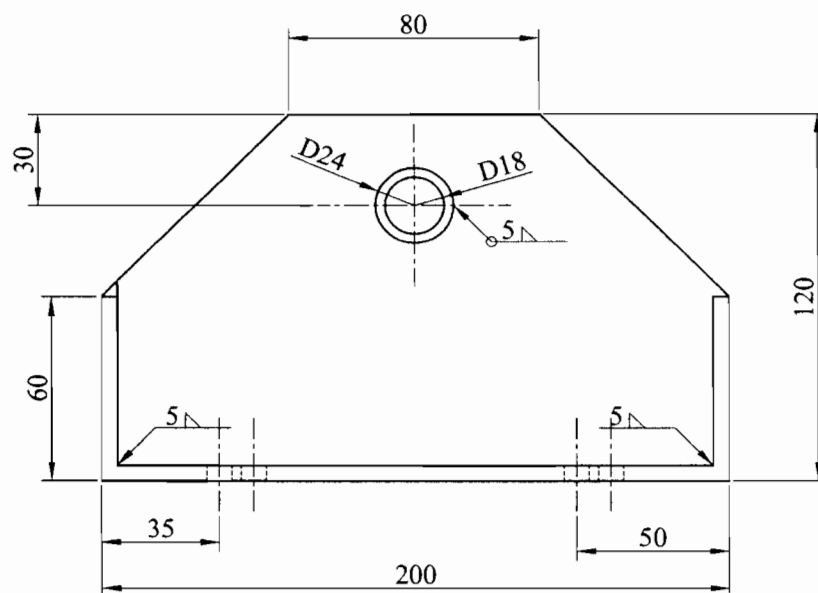
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แท่นมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:38	DWG NO. 7/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

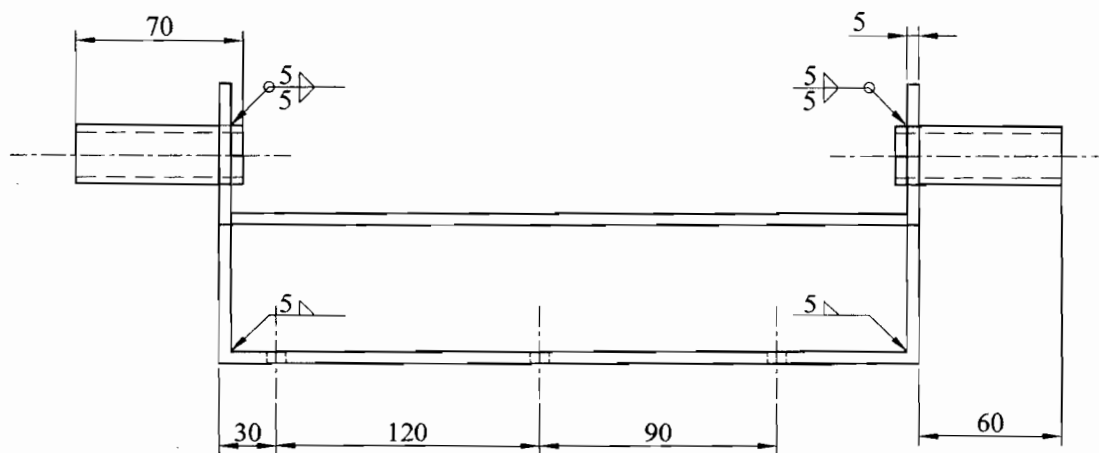
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แท่นมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:30	DWG NO. 7/2
	DATE : SEP 15 2006	



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

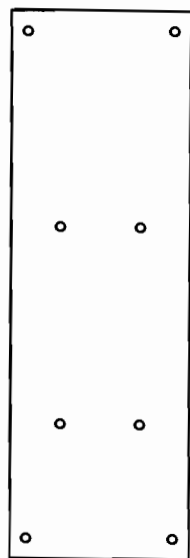
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แท่นมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:24	DWG NO. 7/3
	DATE : SEP 15 2006	



RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แท่นมอเตอร์
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:32	DWG NO. 7/4
	DATE : SEP 15 2006	



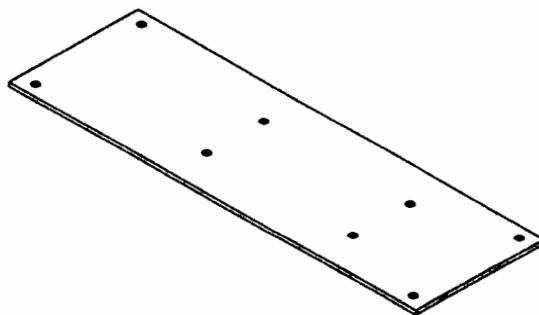
TOP



FRONT



RIGHT



ISOMETRIC

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : STEEL IRON

TITLE:

แผ่นยึดปั๊ม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

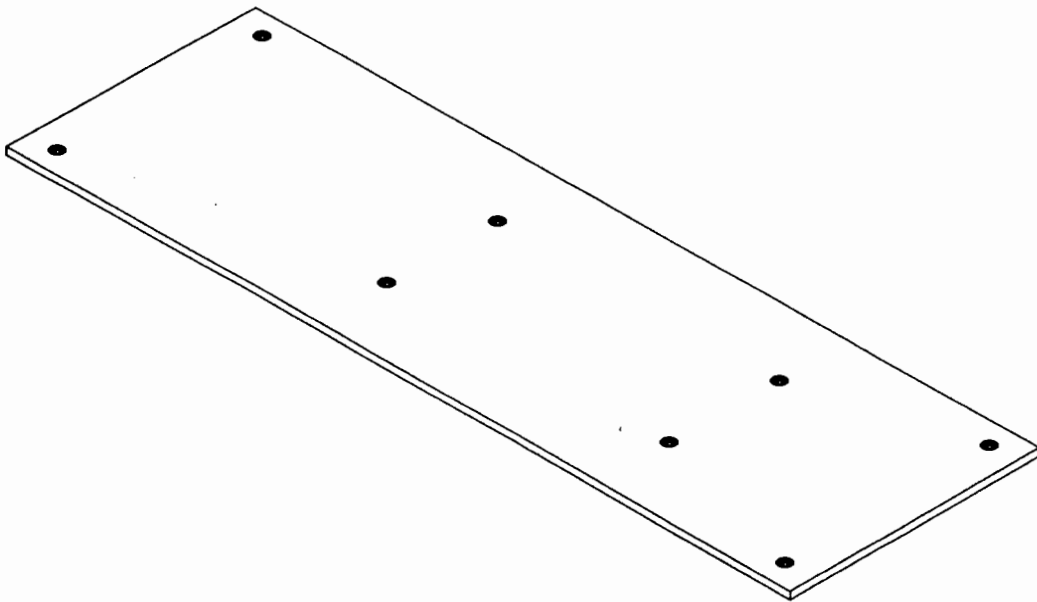
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:90

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

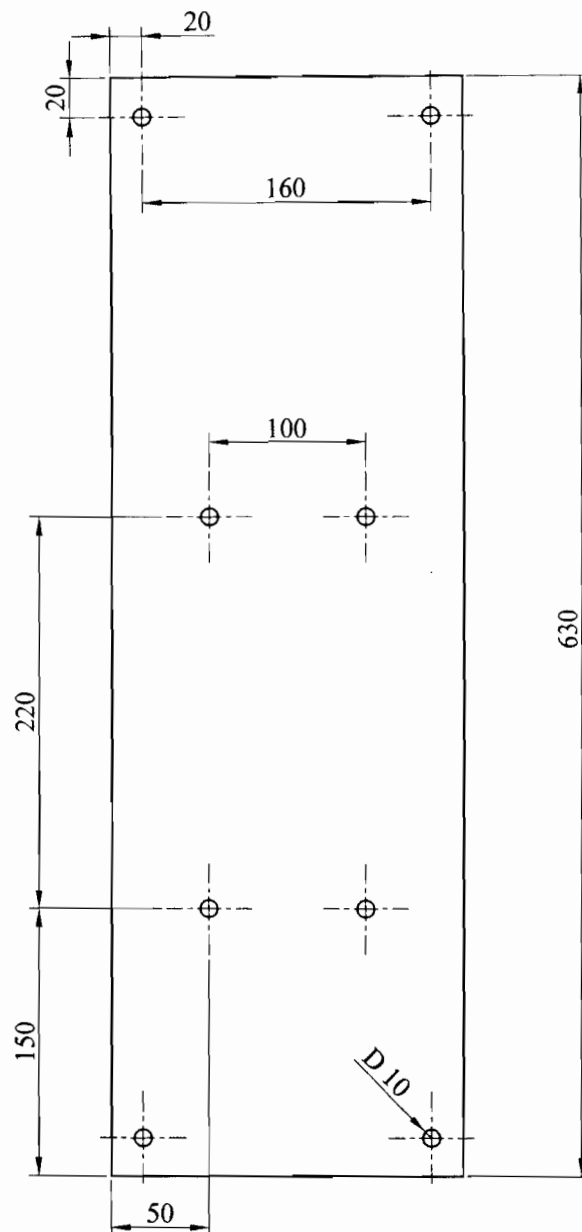
8



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แผ่นยึดปั๊ม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:52	DWG NO. 8/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON

TITLE:

แผ่นยึดปั๊ม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

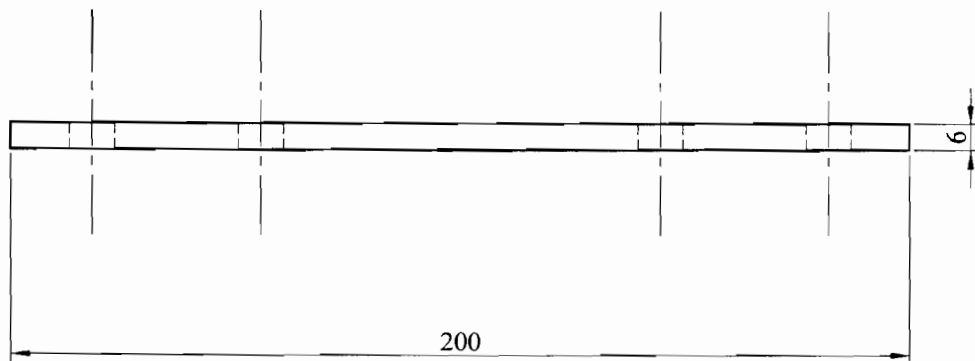
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:43

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

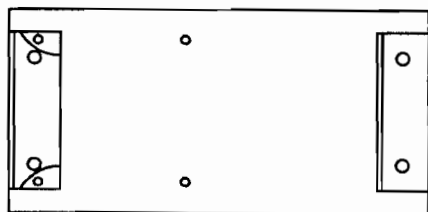
8/2



FRONT VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

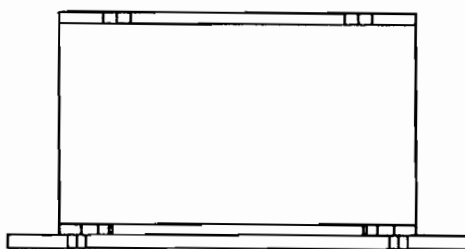
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แผ่นยึดปั๊ม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:16	DWG NO. 8/3
	DATE : SEP 15 2006	



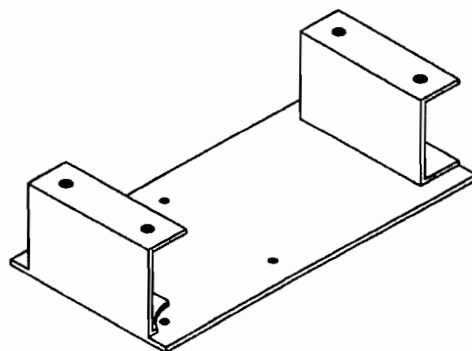
TOP



FRONT



RIGHT



ISOMETRIC

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : STEEL IRON

TITLE:

แผ่นยึดมอเตอร์ติดกับปั๊ม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

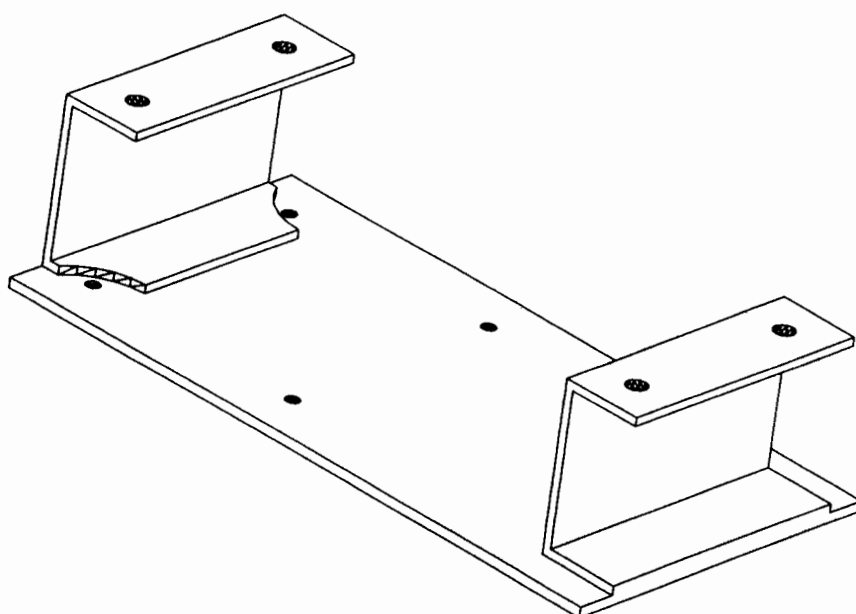
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:72

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

9



ISOMETRIC VIEW

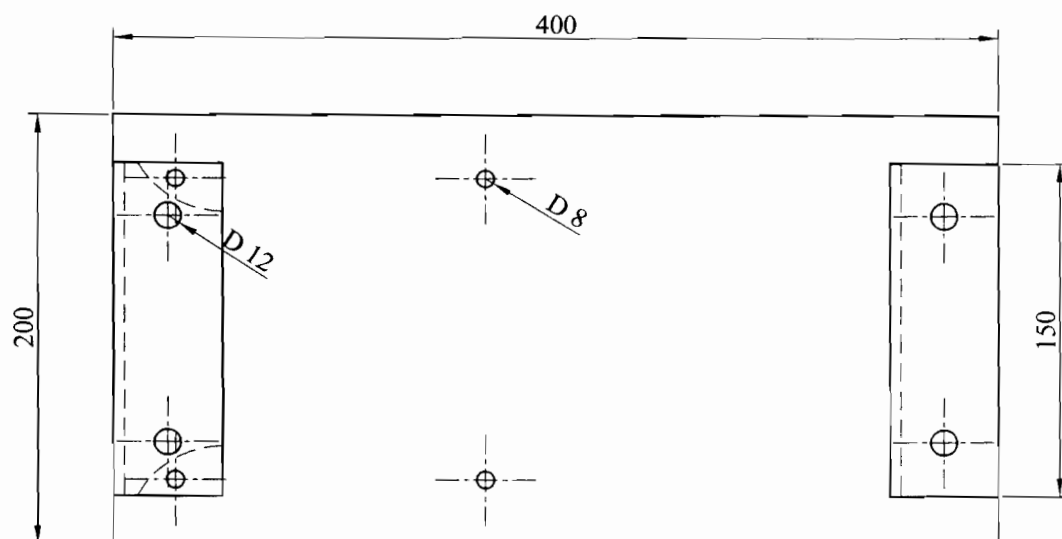
**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : STEEL IRON**TITLE:**

แท่นยึดมอเตอร์ติดกับปั๊ม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS**DWG.BY :**
NIRUN KRUTPUN**SCALE :** 1:45**DATE :** SEP 15 2006**DWG NO.**

9/1



TOP VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : STEEL IRON

TITLE:

แท่นยึดมอเตอร์ติดกับปั๊ม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

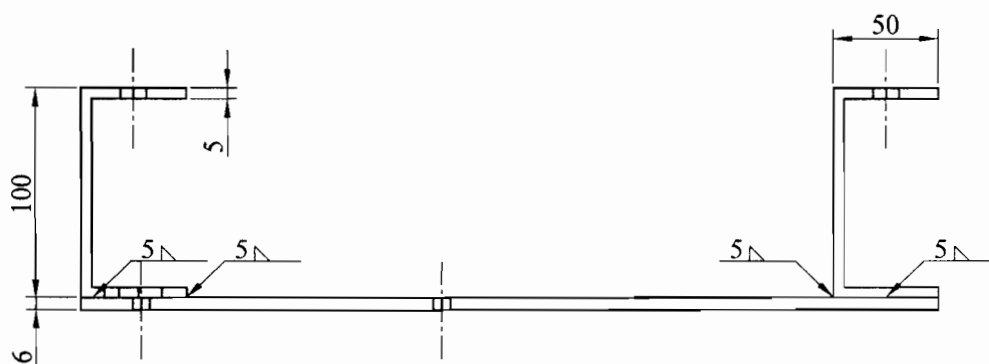
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:34

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

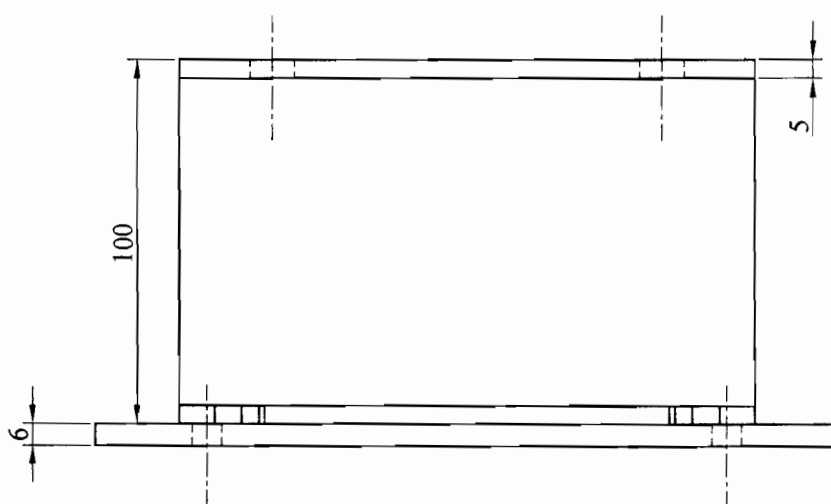
9/2



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แท่นยึดมอเตอร์ติดกับปั๊ม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:35	DWG NO. 9/3
	DATE : SEP 15 2006	



RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

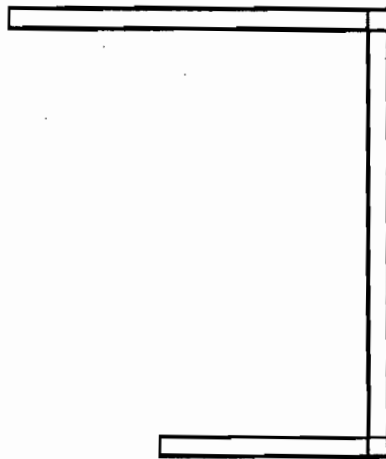
MATERIAL : STEEL IRON		TITLE: แท่นยึดมอเตอร์ติดกับปั๊ม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:20	DWG NO. 9/4
	DATE : SEP 15 2006	



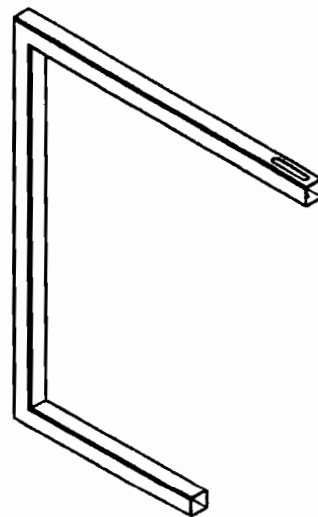
TOP



FRONT



RIGHT



ISOMETRIC

MECHANICAL TECHNOLOGY **NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : FRAM STEEL

TITLE:

ขาเกี่ยวตราช้างสปริง

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

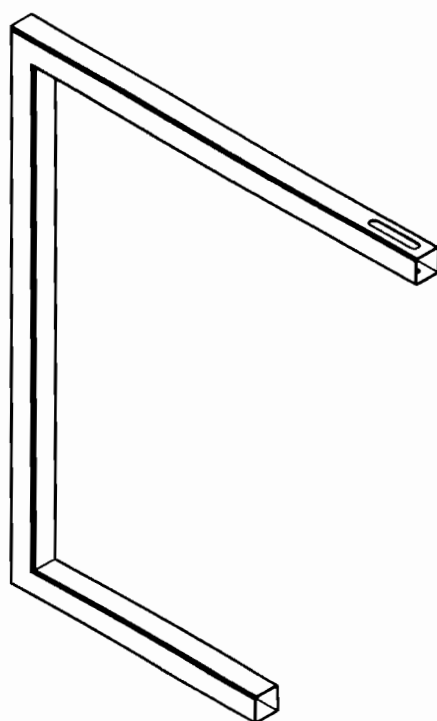
DWG.BY :
 NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:56

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

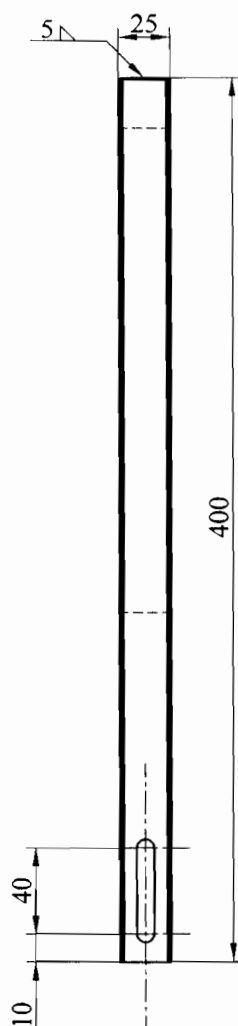
10



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

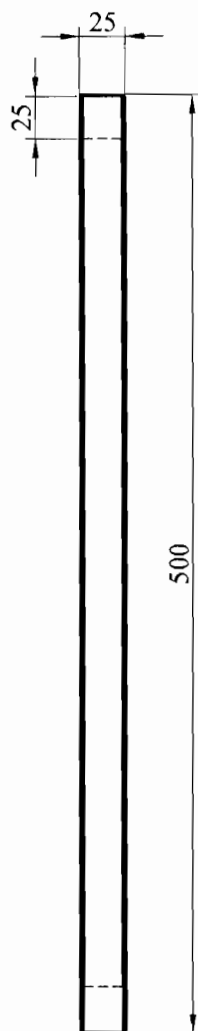
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: ขาเกี่ยวตราช้างสปริง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:66	DWG NO. 10/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

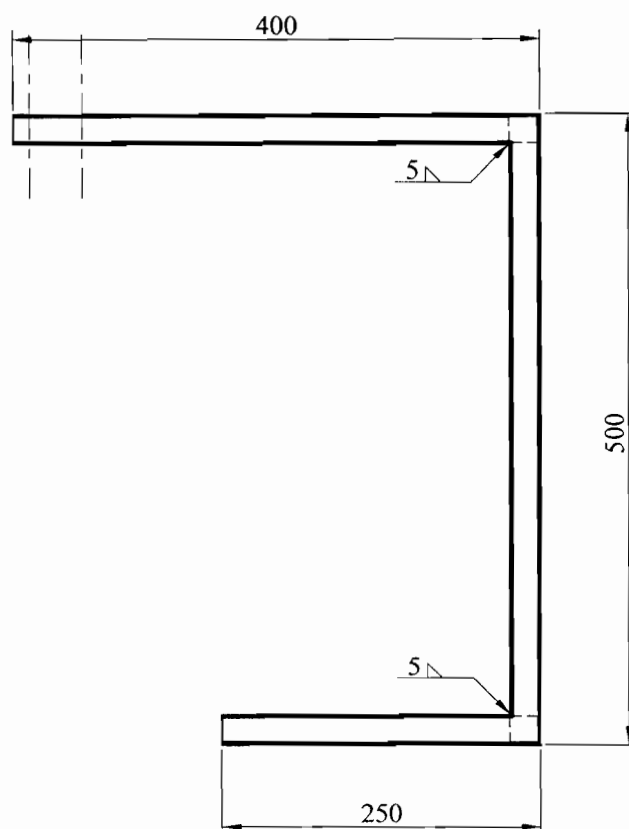
MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: ขาเกี่ยวตราช้างสปริง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:32	DWG NO. 10/2
	DATE : SEP 15 2006	



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: ขาเกี่ยวควราั้งสปริง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:40	DWG NO. 10/3
	DATE : SEP 15 2006	



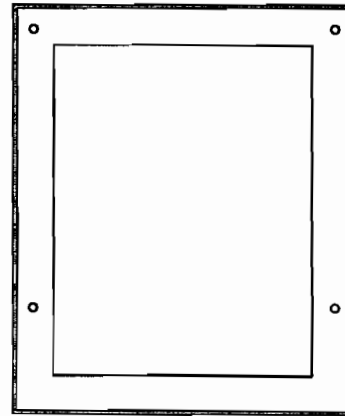
RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : FRAM STEEL		TITLE: ขาเกี่ยวตราช้างสปริง
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:58	DWG NO. 10/4
	DATE : SEP 15 2006	



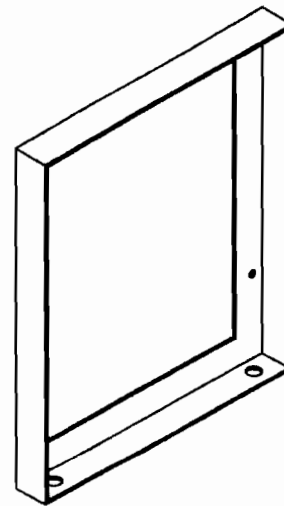
TOP



FRONT



RIGHT



ISOMETRIC

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : ANGLE IRON

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:32

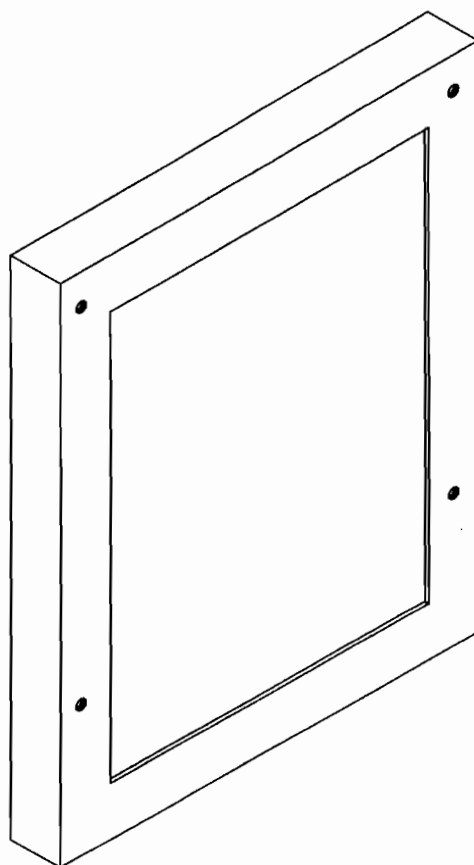
DATE : SEP 15 2006

TITLE:

แผงยึดสวิตควบคุม

DWG NO.

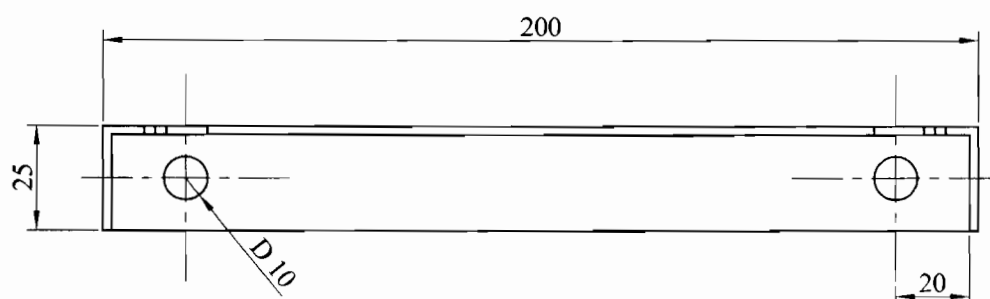
11



ISOMETRIC VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

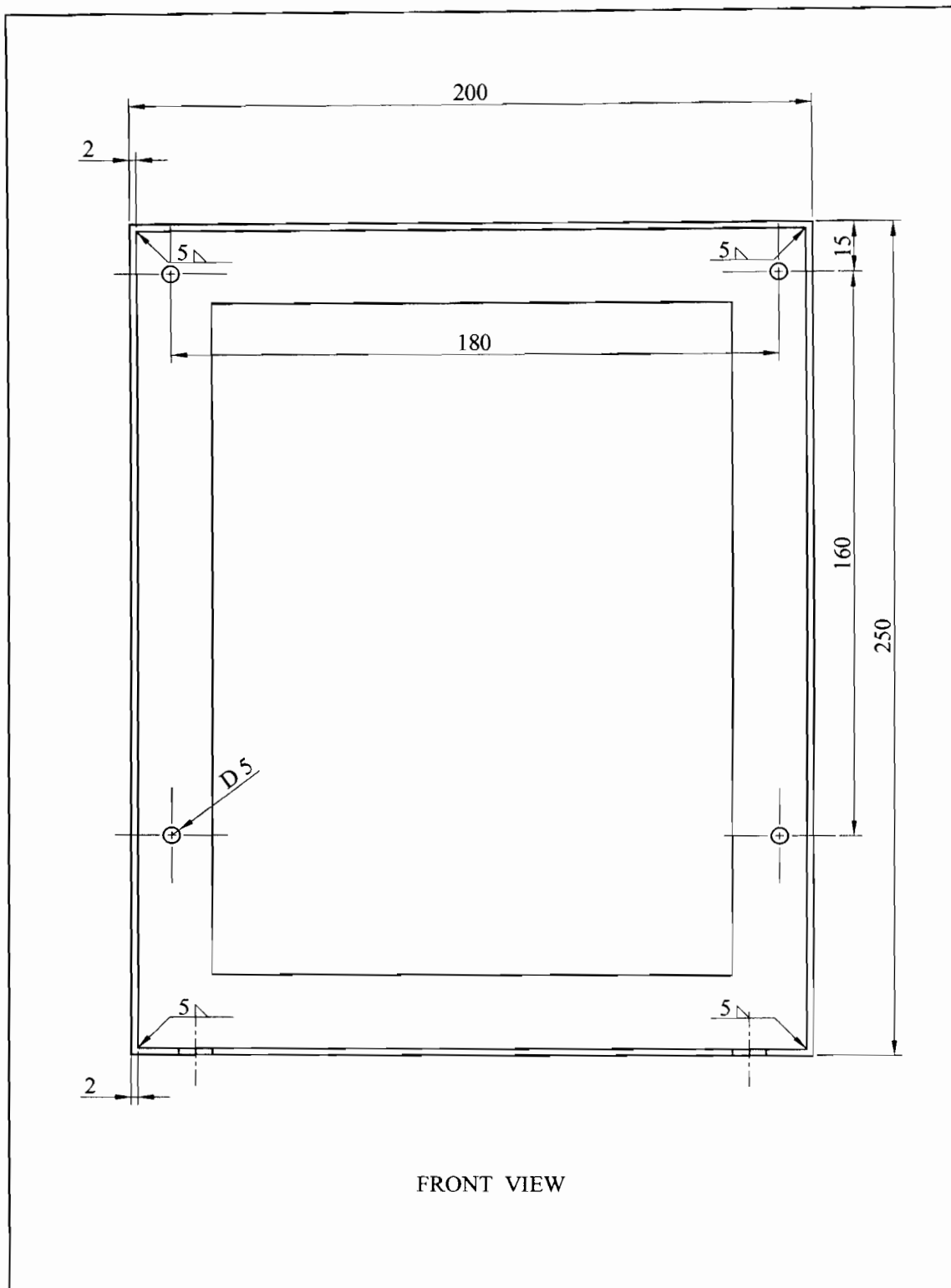
MATERIAL : ANGLE IRON		TITLE: แผงยึดสวิตควบคุม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:32	DWG NO. 11/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : ANGLE IRON		TITLE: แผงยึดสวิตควบคุม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:17	DWG NO. 11/2
	DATE : SEP 15 2006	



FRONT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : ANGLE IRON

TITLE:

แผงยึดสวิตควบคุม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS

DWG.BY :

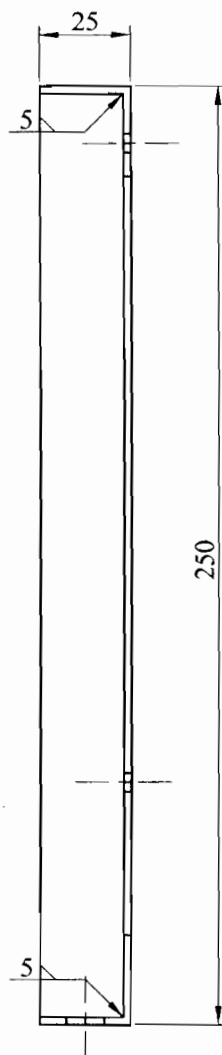
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:18

DATE : SEP 15 2006

DWG NO.

11/3



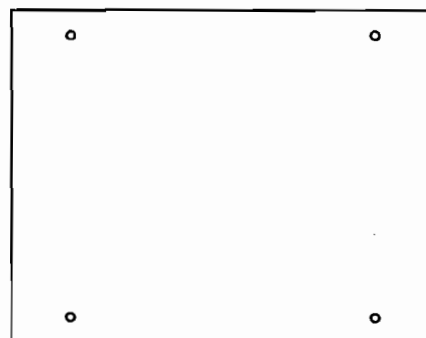
RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : ANGLE IRON		TITLE: แผงยึดสวิตควบคุม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:20	DWG NO. 11/4
	DATE : SEP 15 2006	



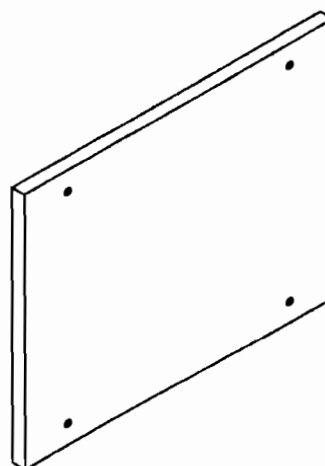
TOP



FRONT



RIGHT



ISOMETRIC

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

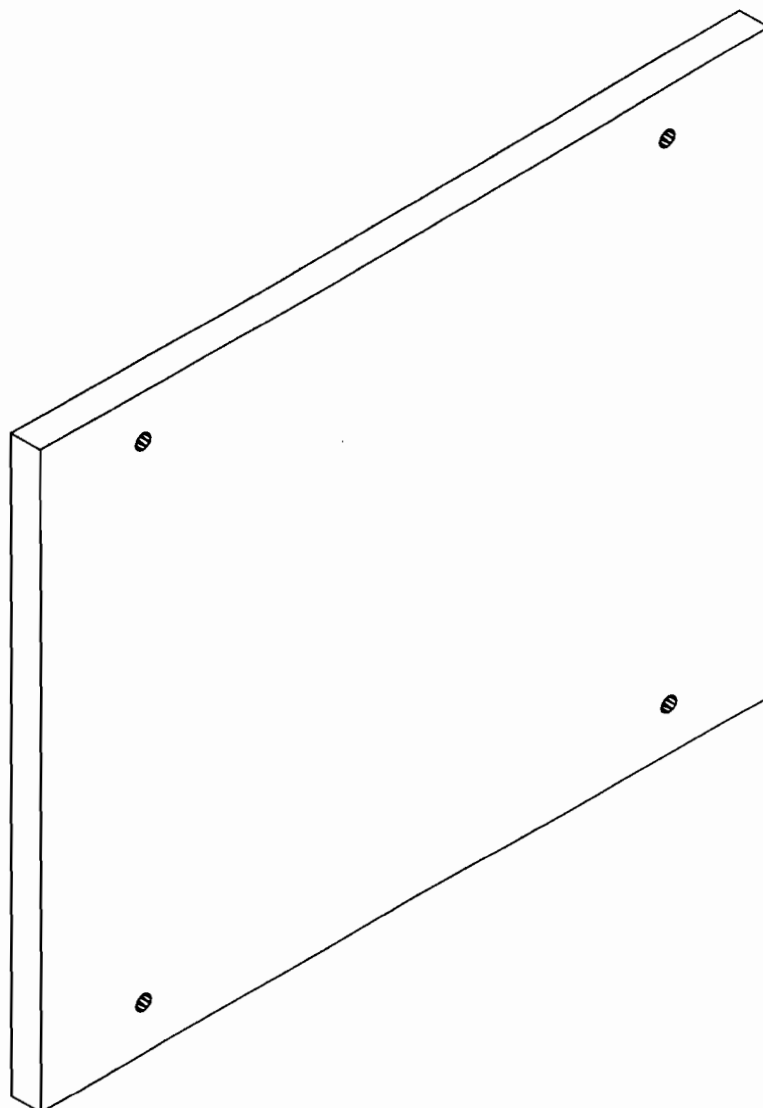
MATERIAL : WOOD
TITLE:

แผงสวิตช์ควบคุม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS
DWG.BY :
NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:40
DATE : SEP 15 2006
DWG NO.

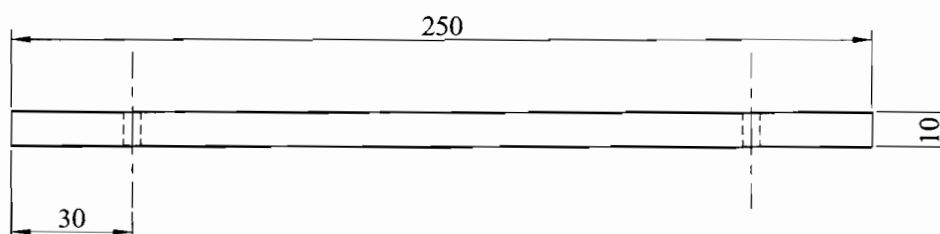
12



ISOMETRIC VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : WOOD		TITLE: แผงสวิตช์ควบคุม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:22	DWG NO. 12/1
	DATE : SEP 15 2006	



TOP VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : WOOD**TITLE:**

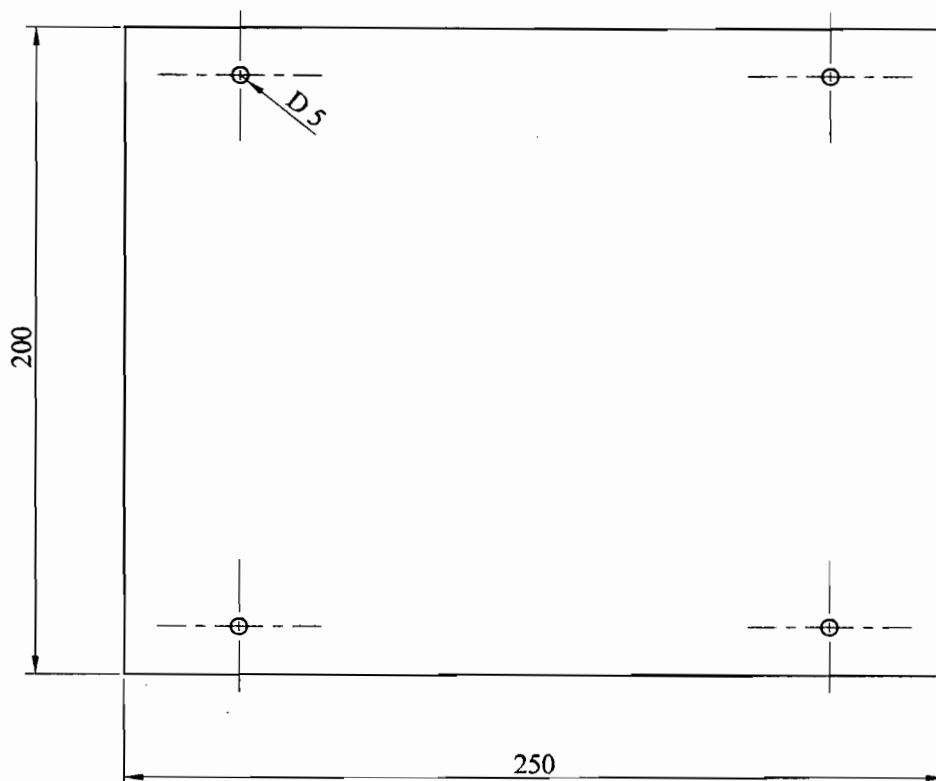
แผงสวิตช์ควบคุม

NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS**DWG.BY :**

NIRUN KRUTPUN

SCALE : 1:22**DATE : SEP 15 2006****DWG NO.**

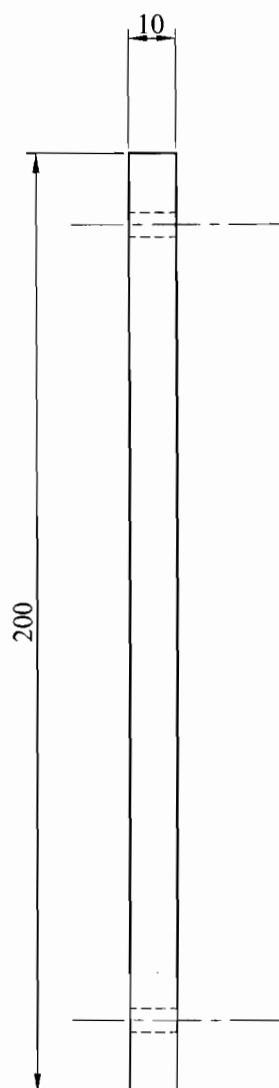
12/2



FRONT VIEW

**MECHANICAL TECHNOLOGY
NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY**

MATERIAL : WOOD		TITLE: แผงสวิตช์ควบคุม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:24	DWG NO. 12/3
	DATE : SEP 15 2006	



RIGHT VIEW

MECHANICAL TECHNOLOGY NAKHONSAWAN RAJABHAT UNIVERSITY

MATERIAL : WOOD		TITLE: แผงสวิตช์ควบคุม
NOTE : ALL DIMENSION ARE IN MILLIMETERS		
DWG.BY : NIRUN KRUTPUN	SCALE : 1:16	DWG NO. 12/4
	DATE : SEP 15 2006	

ภาคผนวก ข
ผลการทดลอง

ตารางผลการทดลองครั้งที่ 1

ครั้งที่	ความดัน		มาตรวัดน้ำ			เวลาที่ทดลอง	แรงบิดที่ตราซึ่งสปริง
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2	ก่อน	หลัง	ลิตร	นาที	N
1	-64	0.3	2460	2475	15	1	0.6
2	-63	0.5	2520	2535	15	1	0.6
3	-64	0.7	2600	2615	15	1	0.6
4	-64	0.9	2650	2664	14	1	0.6
5	-63	1.1	2750	2763	13	1	0.7
6	-64	1.3	2860	2877	17	1	0.7
7	-62	1.5	2900	2916	16	1	0.7
8	-64	1.7	2930	2946	16	1	0.8
9	-64	1.9	2960	2976	16	1	0.8
10	-64	2.1	3010	3027	17	1	0.8

ตารางผลการทดลองครั้งที่ 2

ครั้งที่	ความดัน		มาตรวัดน้ำ			เวลาที่ทดลอง	แรงบิดที่ตราขั้วสปริง
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg _f /cm ²	ก่อน	หลัง	ลิตร	นาที	N
1	-63	0.3	3770	3787	17	1	0.6
2	-63	0.5	3810	3827	17	1	0.6
3	-64	0.7	3840	3857	17	1	0.6
4	-64	0.9	3900	3917	17	1	0.6
5	-64	1.1	3930	3947	17	1	0.6
6	-64	1.3	3980	3996	16	1	0.7
7	-64	1.5	4020	4036	16	1	0.7
8	-64	1.7	4050	4066	16	1	0.7
9	-64	1.9	4100	4116	16	1	0.8
10	-64	2.1	4160	4176	16	1	0.8

ตารางผลการทดลองครั้งที่ 3

ครั้งที่	ความดัน		มาตรวัดน้ำ			เวลาที่ทดลอง	แรงบิดที่ตราซังสปริง
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2	ก่อน	หลัง	ลิตร	นาที	N
1	-63	0.3	4380	4396	16	1	0.6
2	-64	0.5	4410	4426	16	1	0.6
3	-64	0.7	4460	4475	15	1	0.6
4	-64	0.9	4500	4516	16	1	0.6
5	-64	1.1	4540	4555	15	1	0.6
6	-64	1.3	4570	4585	15	1	0.7
7	-64	1.5	4630	4647	17	1	0.7
8	-64	1.7	4680	4696	16	1	0.7
9	-64	1.9	4730	4745	15	1	0.8
10	-64	2.1	4770	4785	15	1	0.8

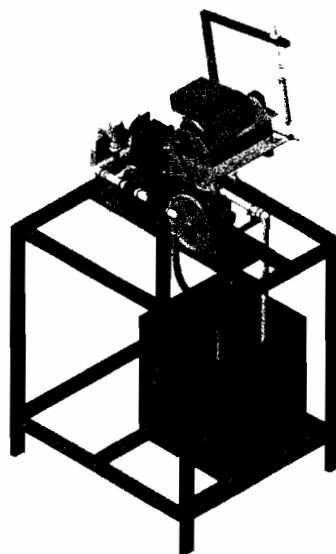
ภาคผนวก ก
คู่มือการใช้ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก



คู่มือการใช้ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

Piston Pump Test Set



จัดทำโดย

นายคมสัน	สังข์ทุ่ง
นายจิรพันธ์	จันทร์
นายณรงค์ศักดิ์	สุขอ่ำ
นายนิรันดร์	ครุฑพันธ์
นายสายธาน	สอนวงศ์จิตร

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2549

ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

Piston Pump Test Set

บทนำ

ปั๊มแบบลูกสูบชักมีการพิจารณาการไหลของน้ำให้กับชุดทดลองต่าง ๆ และเพื่อให้รู้ทฤษฎี รวมถึงการปฏิบัติจริงเพื่อให้ได้ผลการทดลองตรงกับชุดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก และสามารถนำผลการทดลองมาหาประสิทธิภาพของชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก และสามารถนำมาหาอัตราการไหลของน้ำที่ถูกป้อนกลับทั้งอัตราการไหลต่ำและสูงตามความเหมาะสมของชุดทดลองนั้น ๆ จากระบบดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้าน การเกษตร อาคารบ้านเรือน และชลประทาน

หลักการและทฤษฎี

ปั๊ม หรือ เครื่องสูบน้ำให้คำจำกัดความได้ว่า เป็นเครื่องมือ ที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวเพื่อให้ของเหลวนั้นไหลผ่านระบบท่อปิดจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้ตามความต้องการ พลังงานที่นำมาเพิ่มให้แก่ของเหลวนั้นอาจได้จากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานแหล่งอื่น ๆ ก็ได้

กล่าวได้ว่า ปั๊มมีส่วนในการพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษยชาติมาตั้งแต่อดีตและจะมีมากยิ่งขึ้นต่อไปในอนาคต ในอดีตประชากรส่วนใหญ่ต้องอาศัยอยู่ใกล้ ๆ กับแหล่งน้ำเพื่อความสะดวกในการใช้น้ำเพื่ออุปโภคและทำการเกษตรพืชสวนไร่นา แหล่งน้ำใดที่อยู่ต่ำจากผิวดินมากก็ไม่สะดวกต่อการใช้น้ำ มนุษย์ก็ได้พยายามคิดค้นเครื่องมือซึ่งมีลักษณะเป็น ปั๊ม หรือ เครื่องสูบน้ำชนิดต่าง ๆ เพื่อนำเอาน้ำมาใช้ให้สะดวกขึ้น เพื่อให้สามารถทำการเพาะปลูกได้มาก และห่างไกลจากแหล่งน้ำมากขึ้น ปั๊ม หรือ เครื่องมือที่คิดค้นขึ้นมาหลายร้อยปีแล้วบางชนิดก็ยังคงมีใช้อยู่ในหลาย ๆ ประเทศ ในปัจจุบันปั๊มสมัยใหม่ได้เริ่มมีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1840 โดยเป็นแบบลูกสูบชัก ชนิดต่อตรงเข้ากับเครื่องจักรไอน้ำ นับตั้งแต่สมัยนั้นเป็นต้นมาก็ได้มีวิวัฒนาการมากขึ้นในทุก ๆ ด้านจนอาจกล่าวได้ว่า ปั๊มเป็นเครื่องมือสำคัญที่จำเป็นต่อความอยู่ดีกินดีของมนุษยชาติทุกด้าน นับตั้งแต่งานจัดหาและส่งน้ำเพื่ออุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม คมนาคม เป็นต้น

1. การจำแนกปั๊ม

การเรียกชื่อปั๊มนั้น มักจะเรียกชื่อตามลักษณะต่าง ๆ แตกต่างกันไป เช่น ลักษณะการเคลื่อนที่ของของเหลว ลักษณะการใช้งานพิเศษ เป็นต้น และจากการที่มีการเรียกชื่อแตกต่างกันมากมาย ทำให้บางครั้งเกิดการสับสนได้ ดังนั้นจึงได้มีการจัดแบ่งหมวดหมู่ของปั๊มขึ้นเพื่อให้สามารถเรียกชื่อได้ชัดเจนขึ้นและสามารถใช้อ้างอิงต่อไปได้

1.1 ชนิดของปั๊ม

ปั๊มชนิดต่าง ๆ ที่ใช้งานกันอยู่นั้น หากพิจารณาถึงกลไกในการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในปั๊ม จะสามารถแบ่งเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ 3 ชนิด คือ

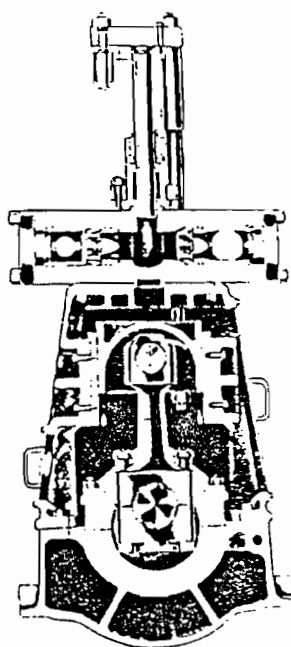
1.1.1 ปั๊มแบบโรตารี (Rotary Pump) เป็นกลุ่มของปั๊มที่เพิ่มพลังงานให้กับของเหลว โดยที่ของเหลวจะถูกบีบหรือรีดผ่านช่องแคบ ๆ ที่อยู่ระหว่างผนังห้องสูบกับกลไกการเคลื่อนที่ที่เรียกว่า Rotating Element

1.1.2 ปั๊มแบบชัก (Reciprocating Pump) เป็นกลุ่มของปั๊มซึ่งของเหลวจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นในห้องสูบจากการเคลื่อนที่ของกลไกประเภทลูกสูบและไดอะแฟรม ทำให้เกิดการขับเคลื่อนของเหลวออกจากตัวปั๊มอย่างเป็นจังหวะตามการเคลื่อนที่ของกลไก

1.1.3 ปั๊มแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Pump) เป็นกลุ่มของปั๊มสร้างเฮดหรือพลังงานให้กับของเหลว โดยใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของปั๊ม

2. ปั๊มแบบชัก

ปั๊มแบบชัก หรือบางครั้งเรียกทับศัพท์ว่า ปั๊มรีซิโพรเคท เป็นปั๊มที่จัดอยู่ในกลุ่ม Positive Displacement Pump คือ เป็นปั๊มที่ให้ปริมาณของเหลวคงที่ โดยของเหลวจะเข้าไปแทนที่ช่องว่างที่เกิดขึ้นภายในห้องสูบจากการเคลื่อนที่ของกลไก เช่นเดียวกันกับปั๊มแบบโรตารี แต่ต่างกันตรงที่ปั๊มแบบนี้ มีการเคลื่อนไหวของกลไกในลักษณะกลับไปกลับมา จึงเรียกชื่อตามลักษณะของการทำงานว่า “Reciprocating Pump” ได้แก่ ปั๊มน้ำที่ใช้ลูกสูบ ซึ่งพบมากตามอาคารบ้านเรือนต่าง ๆ ปั๊มแบบนี้ ปริมาณของเหลวที่ได้ในการทำงานของลูกสูบแต่ละครั้ง คือ ผลคูณระหว่างพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบกับความยาวของช่วงชัก ซึ่งก็เป็นไปตามหลักการเท่านั้น 在实际应用中 泵的输出量会比理论值小，这是因为泵在工作过程中存在容积损失 (Slip Loss) 例如在罗茨泵中



รูปที่ 2 ปัมป์แบบส่งกำลังผ่านข้อเหวี่ยงแบบ Inverted Triplex Vertical Plunger

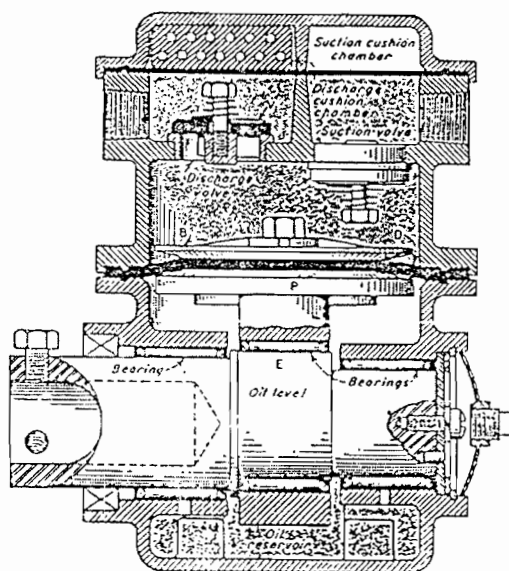
ปั๊มแบบใช้ข้อเหวี่ยงจะส่งน้ำได้ในปริมาณเกือบจะคงที่ เมื่อทำงานด้วยความเร็วคงที่ ในขณะที่เสดอาจเปลี่ยนแปลงไปได้เป็นช่วงกว้าง และมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง ปั๊มชักไม่ว่าจะเป็นแบบ Piston หรือ Plunger สามารถให้แรงดันที่สูงมากได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อปั๊มเอง ถ้าลูกสูบทำงานไม่สัมพันธ์กับวาล์วบังคับทิศทางการไหลของของเหลว ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องใช้อวาล์วลดแรงดันเข้าช่วย เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับปั๊มและท่อปล่อย ในกรณีที่ปั๊มทำงานอยู่ในขณะที่ประตุน้ำหรือวาล์วปิดกั้นทางออกอยู่ในสภาวะปิดสนิท ในปั๊มแบบส่งกำลังตรงจากเครื่องไอน้ำนั้นลูกสูบจะหยุดทำงานทันที เมื่อแรงดันบริเวณหน้าตัดของลูกสูบของเหลวเท่ากับแรงดันที่หน้าตัดของลูกสูบไอน้ำ แต่ในเครื่องสูบแบบใช้ข้อเหวี่ยงนั้น แรงดันบริเวณหน้าลูกสูบจะสูงกว่าแรงที่ส่งเข้ามาอย่างมากมาก่อนที่มันจะหยุดทำงานซึ่งเป็นสภาวะที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่ปั๊มหรือท่อได้ เพราะปั๊มแบบนี้มีการทดกำลังผ่านข้อเหวี่ยงเข้ามาโดยใช้เฟืองเป็นตัวทด และยังมี ล้อช่วยแรงเพิ่มกำลังเข้าไปด้วย ทำให้กำลังของลูกสูบสูงขึ้นกว่ากำลังที่ส่งเข้ามา และด้วยเหตุผลนี้เองที่ทำให้ปั๊มแบบนี้สามารถใช้ได้อย่างดียิ่งสำหรับงานที่ต้องการแรงดันสูง ๆ

ปั๊มแบบข้อเหวี่ยงมีทั้งชนิดสูบตั้งและสูบนอน เช่นเดียวกันกับปั๊มที่ใช้กำลังไอน้ำ สำหรับปั๊มที่เป็นแบบสูบนอนและใช้ลูกสูบแบบ Plunger บางแบบใช้กำลังขับเคลื่อนถึง 200 แรงม้าและมีขนาด

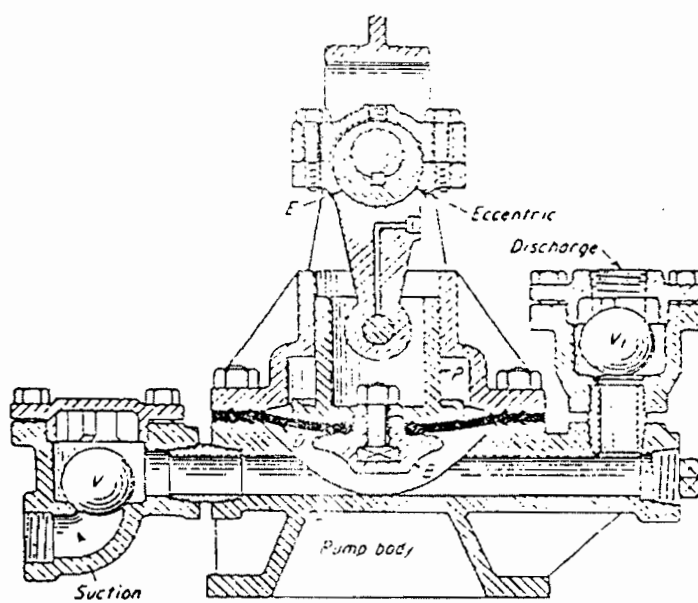
ไม่ใหญ่โตนัก ง่ายต่อการดูแลรักษา โดยมากจะมี 3 ถึง 5 สูบ ส่วนแบบที่ใช้ Piston บางแบบใช้กำลังขับถึง 2000 แรงม้า และมักมีจำนวนลูกสูบเพียง 2-3 สูบ มีทั้งแบบทำงานทางเดียว และทำงานสองทาง ปัมป์แบบสูบตั้งที่ใช้ Plunger มีขนาดขึ้นไปถึงขนาดที่ใช้กำลังขับ 1500 แรงม้า ปัมป์แบบนี้แม้จะแก้ปัญหาเรื่องน้ำหนักกดของลูกสูบบนบูชและปะเก็นได้ แต่ต้องมีซีลกันรั่วแบบพิเศษที่จะป้องกันไม่ให้น้ำหรือของเหลวจากลูกสูบบ่มรั่วเข้าไปปนกับน้ำมันเครื่องที่อยู่ทางด้านเพลาคับ

ลูกสูบแบบ Plunger มักใช้กับปั๊มที่ต้องการแรงดันตั้งแต่ 1,000 ถึง 30,000 psi ส่วนแบบ Piston สามารถสร้างแรงดันได้ประมาณ 1,000 psi เท่านั้น แรงดันซึ่งปั๊มสามารถสร้างขึ้นได้นี้เป็นอัตราส่วนกำลังที่ข้อเหวี่ยงสามารถจะให้ได้ซึ่งบางครั้งแรงดันที่ได้จากปั๊มจะสูงมากจนต้องมีการใช้อุปกรณ์ระบายแรงดัน เพื่อป้องกันความเสียหายของปั๊มและของท่อส่ง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2.1.3 ปั๊มแบบแผ่นไดอะแฟรม ปั๊มแบบนี้ ทำงานด้วยการเคลื่อนที่ในลักษณะกลับไปกลับมาของแผ่นไดอะแฟรมที่ทำด้วยวัสดุยืดหยุ่นตัวได้ เช่น ยางหรือวัสดุเทียบยาง ฯลฯ โดยที่จุดศูนย์กลางของแผ่นไดอะแฟรมจะมีก้านต่ออยู่กับแกนยก ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเป็นก้านสูบของแผ่นไดอะแฟรม แกนยกนี้ จะวางอยู่บนลูกเบี้ยวโดยตรงหรืออาจวางอยู่บนกระเดื่องอีก โดยปลายอีกข้างหนึ่งของกระเดื่องจะวางอยู่บนลูกเบี้ยวก็ได้ ลูกเบี้ยวจะรับกำลังมาจากการหมุนของเพลาลูกเบี้ยวเมื่อเพลาลูกเบี้ยวหมุน ลูกเบี้ยวก็จะดันกระเดื่องหรือแกนยกของแผ่นไดอะแฟรมให้เคลื่อนที่ไป ดึงให้แผ่นไดอะแฟรมให้ทำงาน แผ่นไดอะแฟรมอยู่ในห้องสูบ เมื่อแผ่นไดอะแฟรมเคลื่อนที่ขึ้น ก็จะดันของเหลวที่อยู่ในห้องสูบให้ออกไปยังช่องทางออก ระหว่างช่องทางออกกับห้องสูบจะมีลิ้นก้นกลับปิดกันไว้โดยวางลิ้นนี้ไว้ในลักษณะที่จะให้ของเหลวผ่านจากห้องสูบไปยังช่องทางออกได้เพียงทางเดียว ลิ้นนี้ทำงานโดยอาศัยแรงดันของน้ำที่อยู่ภายในห้องสูบ เมื่อแผ่นไดอะแฟรม เคลื่อนขึ้นไปจนสุดแล้วก็หยุด ทำให้แรงดันในห้องสูบลดลง ลิ้นก้นกลับก็จะปิดลง จากนั้นแผ่นไดอะแฟรมก็จะเลื่อนกลับซึ่งทำให้เกิดช่องว่างขึ้นภายในห้องสูบ ช่องว่างนี้จะมีสภาพเกือบจะเป็นสุญญากาศ แรงดันบรรยากาศที่อยู่ภายนอกจึงดันของเหลวผ่านเข้ามา และดันลิ้นก้นกลับที่ปิดกันทางเข้าไว้ให้เปิดออก ของเหลวก็จะไหลเข้ามาในห้องสูบ จนกระทั่งเมื่อแผ่นไดอะแฟรมเลื่อนกลับไปจนสุดระยะแล้วก็จะหยุด ลิ้นก้นกลับบริเวณทางเข้าจะปิด จากนั้นก็จะเริ่มจังหวะการสูบออกใหม่ต่อไปอีก

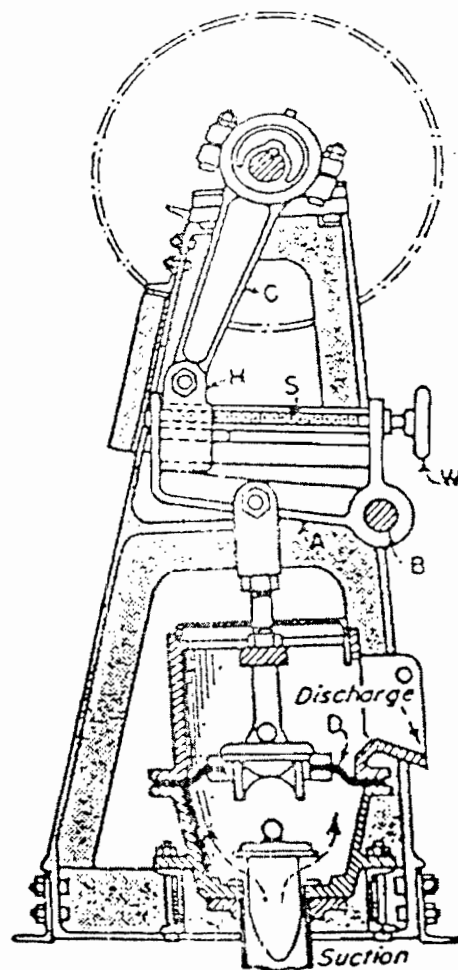


รูปที่ 3 ปัมแบบแผ่นไดอะแฟรมแบบ short-stroke High-speed Spray Pump



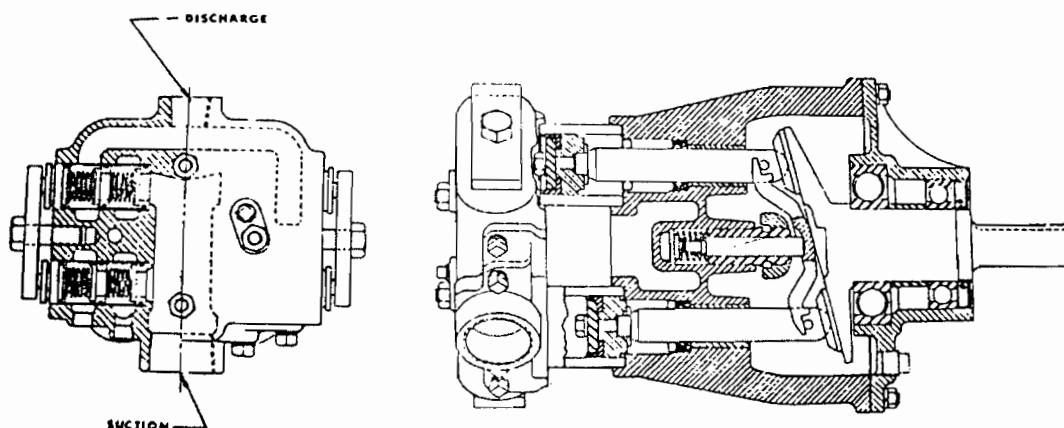
รูปที่ 4 ปัมแบบแผ่นไดอะแฟรมแบบใช้ Ball Valve

2.1.4 ปัมป์แบบปรับปริมาณได้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ปริมาณของของเหลวที่ได้จากปั๊มแบบชัก จะมีค่าคงที่ถ้าความเร็วคงที่ เนื่องจากกระบอกสูบของปั๊มซึ่งน้ำเข้าไปแทนที่นั้นมีปริมาตรคงที่ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของน้ำที่ได้จากปั๊ม จึงสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงความเร็วเท่านั้นฉะนั้นถ้าใช้เครื่องต้นกำลังที่ไม่สามารถปรับความเร็วได้ เช่น มอเตอร์ไฟฟ้า ก็จะทำให้ควบคุมการไหลได้ลำบาก การใช้ปั๊มแบบปรับปริมาณน้ำได้ จึงเป็นสิ่งที่เหมาะสมมากสำหรับงานที่ต้องการแรงดันสูง และต้องมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอยู่เสมอ ซึ่งเหมาะสมสำหรับงานอุตสาหกรรมบางประเภท หลักการของปั๊มแบบนี้ คือ การเปลี่ยนแปลงความยาวของช่วงชักของก้านสูบซึ่งอาจจะทำได้ด้วยวิธีต่าง ๆ กัน เช่น การปรับความยาวของช่วงชักโดยใช้สกรู ซึ่งจะมีผลทำให้ช่วงชักของแผ่นไดอะแฟรมเปลี่ยนความยาวไปด้วย ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ปั๊มแบบปรับปริมาณได้

นอกจากนี้ปั๊มชักแบบต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ปั๊มแบบชักนี้ ยังได้รับการออกแบบให้มีลักษณะแตกต่างออกไปอีกมาก ส่วนใหญ่จะออกแบบมาให้ใช้งานพิเศษเฉพาะอย่างมีรูปแบบที่ใช้หลักการทำงานผสมกันระหว่างปั๊มแบบโรตารีและแบบริซิโปรเคท ทำให้เกิดความยุ่งยากในการจำแนก เช่น ปั๊มแบบสูบหมุน ดังรูปที่ 6 ซึ่งประกอบด้วยลูกสูบตั้งแต่ 5 ถึง 7 ลูกสูบ วางเรียงกันเป็นรูปวงกลมอยู่ในกระบอกสูบซึ่งเป็นรูปทรงกระบอก ปลายของก้านสูบทุกอันจะต่ออยู่กับรูปหมุนทรงกลมผ่าเฉียง ซึ่งรับกำลังมาจากเพลลา เมื่อ Wobbler หมุน ส่วนเฉียงของผิวหน้าที่หมุนไป จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไปมาของลูกสูบ บางครั้งเรียกลูกสูบลักษณะนี้ว่า Axial-lined Piston Pump ซึ่งจะพบได้ในคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศบางชนิด เนื่องจากสามารถสร้างแรงดันได้สูง และมีอาการสั่นสะเทือนขณะทำงานน้อยกว่าแบบลูกสูบชักแบบธรรมดาการสึกหรอก็มีน้อยกว่า สาเหตุที่เรียกเช่นนี้ เพราะทิศทางการเคลื่อนที่ของลูกสูบจะขนานไปกับแนวแกนเพลลา ถ้าวางลูกสูบให้ตั้งฉากกับแนวแกนเพลลา การเคลื่อนที่ก็จะตั้งฉากกับแนวแกนเพลลาด้วย เรียกว่า Radial-piston Pump



รูปที่ 6 ปั๊มแบบสูบหมุน

3. ลักษณะการใช้งานของปั๊มแบบชัก

ปั๊มแบบใช้ข้อเหวี่ยงสามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท ตั้งแต่งานสูบน้ำจากถังพักหรือบ่อพัก ไปใช้งานในอาคารที่อยู่อาศัยไปจนถึงงานในโรงงานขนาดใหญ่ งานที่ต้องการใช้แรงดันสูงแต่มีปริมาณน้ำไม่มาก เช่น สูบเติมน้ำในหม้อต้ม การใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม ผลิตอาหาร สารเคมี น้ำมันและน้ำมันดิบ การสูบของเหลวที่มีตะกอนแขวนลอยไม่ข้นมากนัก แต่ก็มียานบาง

ประเภทที่ต้องใช้การออกแบบพิเศษ เช่น การสูบลของเหลวที่ติดไฟง่าย ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้กับปั๊มประเภทนี้ รวมทั้งของเหลวที่มีอุณหภูมิเกิน 120°C หรือความหนืดเกิน 250 SSU (Saybolt-Second Universal) ตลอดจนของไหลที่สามารถลดปริมาณลงได้มากเมื่อถูกอัดด้วยแรงดันสูง เป็นต้น ก็ไม่เหมาะที่จะใช้กับปั๊มประเภทนี้

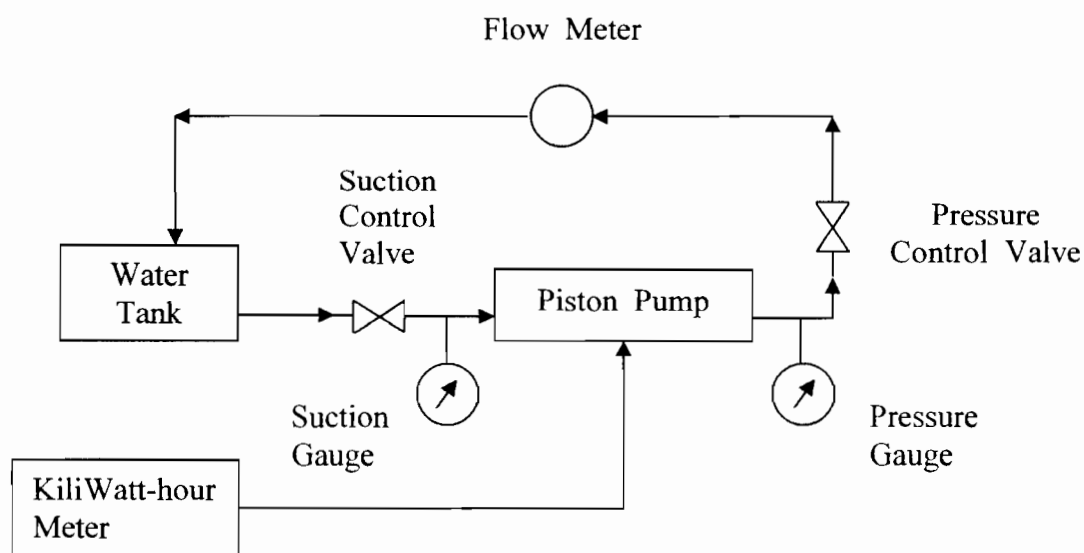
4. การทดลองสมรรถนะปั๊มแบบลูกสูบชัก

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อทดสอบแรงดันของปั๊มที่ทางออกของเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลของพลังงานที่ปั๊มให้แก่น้ำโดยดูการเปลี่ยนแปลงจากเกจวัดแรงดันทางออกและดูการให้แรงดันสูงสุดของชุดปั๊มทดสอบปั๊มแบบลูกสูบ

5. โครงสร้างการทำงานของชุดทดลอง

โครงสร้างการทำงานของชุดทดลองของปั๊มแบบลูกสูบชักขนาดเล็กและขนาดกลาง มีทั้งแบบตั้งและแบบนอน และส่วนการทำงานของลูกสูบจะเป็นการทำงานแบบชัก โดยการรับแรงดันกำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้า จะถูกขับเคลื่อนด้วยเพลายึดศูนย์ผ่าน ข้อเหวี่ยง หรือ แขนข้อเหวี่ยง เป็นต้น



รูปที่ 7 แสดงอุปกรณ์การทำงานของชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

6. วิธีการทดลอง

1. เปิดวาล์วควบคุมที่ทางเข้าและทางออกของปั๊มจนสุด (ความดันที่เกจทางออกจะน้อยสุด) อ่านค่าความดันที่ได้ในหน่วย kg_f/cm^2
2. วัดอัตราการไหลของน้ำโดยการจับเวลาและเช็คปริมาตรน้ำที่เพิ่มขึ้นในช่วงการจับเวลา คำนวณเป็นอัตราการไหล, (Q)
3. วัดแรงที่อ่านค่าได้จากตาชั่งสปริงวัดแรงบิด
4. วัดปริมาตรการไหลของน้ำที่อ่านค่าได้จากมาตรวัดน้ำ
5. ค่อย ๆ ปิดวาล์วปรับความดันทางออกเพิ่มขึ้นเพื่อให้ความดันน้ำที่ทางออกปั๊มมากขึ้น เพื่อวัดอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงไป (อัตราการไหลควรจะลดลงเล็กน้อย) ทำซ้ำโดยปิดวาล์วทางออกเพื่อวัดอัตราการไหลโดยปรับความดันทางออกครั้งละ $0.2 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$ ประมาณ 10 ครั้ง
6. คำนวณหาประสิทธิภาพของปั๊ม และสร้างกราฟ
7. สรุปผลการทดลอง

7. การคำนวณกำลังงานและประสิทธิภาพของปั๊ม

1. คำนวณกำลังงานที่ปั๊มให้แก่ น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ, W_o
2. คำนวณกำลังมอเตอร์ที่ให้แกปั๊ม, W_i
3. คำนวณประสิทธิภาพของปั๊ม, η

1.1 กำลังงานที่ปั๊มให้แก่ น้ำ หรือกำลังงานของน้ำ (W_o) หาได้จากอัตราการไหลของน้ำ และความดันที่เพิ่มขึ้น

$$W_o = Q \times P \quad \dots\dots\dots 1$$

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

โดย

$$W_o = \text{กำลังงานมอเตอร์ที่ให้กับน้ำ, } N.m/\text{sec}$$

$$Q = \text{อัตราการไหลของน้ำ, } L/\text{min}$$

$$P = \text{ความดันพื้นที่เพิ่มขึ้น}$$

$$= \text{ความดันท่อส่ง - ความดันท่อดูด, } \text{kg}_f/\text{cm}^2$$

1.2 กำลังงานมอเตอร์ที่ให้แก่วัสดุ (W_i) วัดได้จากแรงบิดของมอเตอร์ และความเร็วรอบของมอเตอร์

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

โดย

W_i = กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่วัสดุ, $N.m/sec$

n = ความเร็วรอบต่อนาที, rpm

F = แรงบิดวัดที่ปลายแขนหมุนของมอเตอร์ไคนาโมมิเตอร์, N

r = ความยาวของแขนหมุนของไคนาโมมิเตอร์, m

ในกรณีที่ ค่าแรงบิด $\tau = Fr$ สามารถอ่านค่าได้โดยตรง และมีหน่วย (N.m)

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

1.3 ประสิทธิภาพของปั๊ม, η

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพของปั๊ม} &= \frac{\text{กำลังงานที่ปั๊มให้แก่วัสดุ}}{\text{กำลังงานที่มอเตอร์ให้แก่วัสดุ}} \dots\dots\dots 3 \\ &= \frac{W_o}{W_i} \end{aligned}$$

ตารางที่ 1 ผลการทดลองของชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

ครั้งที่	ความดัน		มาตรวัดน้ำ			เวลาที่ทดลอง	แรงบิดที่ตราซังสปริง
	ทางเข้า cmHg	ทางออก kg_f/cm^2	ก่อน	หลัง	ลิตร	นาที	N
1	-64	0.3	2460	2475	15	1	0.6
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

การคำนวณผลการทดลอง

$$76 \text{ cmHg} = 1 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$-63 \text{ cmHg} = \frac{1 \times (-63)}{76} \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$= -0.829 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$\Delta P = P_2 - P_1$$

$$P = \text{ความดันท่อส่ง} - \text{ความดันท่อดูด}$$

$$= 0.3 \text{ kg}_f/\text{cm}^2 - (-0.829 \text{ kg}_f/\text{cm}^2) \text{ (เป็นความดันสุญญากาศค่าเป็นลบ)}$$

$$= 1.129 \text{ kg}_f/\text{cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } W_o &= Q \times P \\
 &= Q \left[\frac{L}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 L} \right] \times P \left[\frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2} \times \frac{10^4 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \frac{9.81 N}{1 \text{ kg}} \right] \\
 &= 16 \left[\frac{L}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 L} \right] \times 1.129 \left[\frac{\text{kg}_f}{\text{cm}^2} \times \frac{10^4 \text{ cm}^2}{\text{m}^2} \times \frac{9.81 N}{1 \text{ kg}} \right] \\
 &= 2.6 \times 10^{-4} \times 1.129 \times 98100 \quad \text{N.m/sec} \\
 &= 28.8 \quad \text{N.m/sec}
 \end{aligned}$$

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

$$F = 0.6 \text{ kg} \times 9.81 \text{ N} = 5.89 \text{ N}$$

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

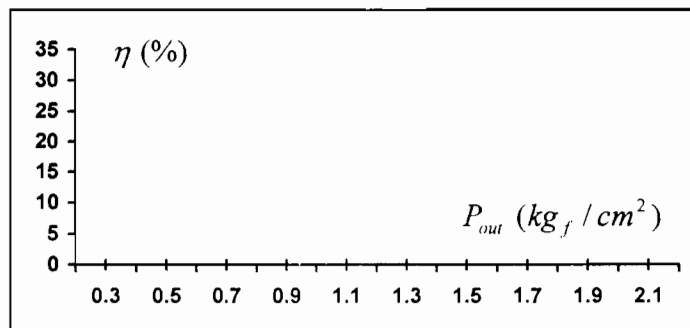
$$n = 1400 \text{ rpm} \quad (\text{จากระบบการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า})$$

$$\pi = 3.14$$

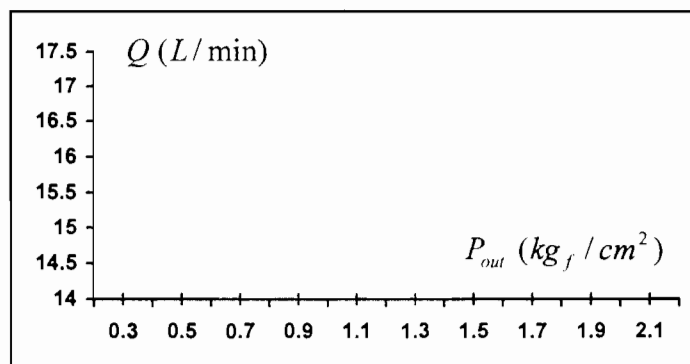
$$\begin{aligned}
 W_i &= (5.89 \times 0.2) \times 2 \times 3.14 \left[\frac{1400}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ sec}} \right] \\
 &= 1.178 \text{ N.m} \times 146.53 \frac{1}{\text{sec}} \\
 &= 172.61 \text{ N.m/sec}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จากสูตร } \eta &= \frac{W_o}{W_i} \\
 &= \frac{28.8}{172.61} \times 100 \% = 16.68 \%
 \end{aligned}$$

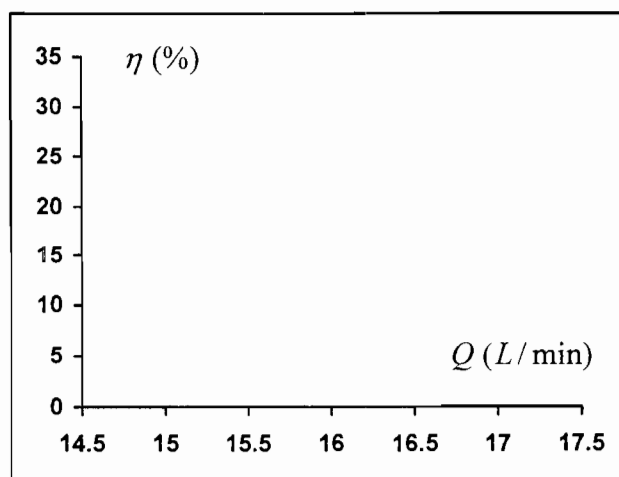
กราฟแสดงประสิทธิภาพของชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก



รูปที่ 8 กราฟแสดงประสิทธิภาพ (η) กับความดันขาออก (P_{out})



รูปที่ 9 กราฟแสดงอัตราการไหล (Q) กับความดันขาออก (P_{out})



รูปที่ 10 กราฟแสดงประสิทธิภาพ (η) กับอัตราการไหล (Q)

ประวัติผู้จัดทำ

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายคมสัน สังข์ท่ง
ชื่อเรื่อง ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก
สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล



ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 1 เดือน ตุลาคม 2524 อายุ 25 ปี
ที่อยู่ 97/7 หมู่ 1 ต.โดนด อ.คีรีมาศ จ.สุโขทัย

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2540 จบมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านโดนด (คีรีมาศวิทยา) จ.สุโขทัย
ปี พ.ศ. 2543 ประกาศนียบัตรวิชาชีพวิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย จ.สุโขทัย
ปี พ.ศ. 2545 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคสองแคว จ.พิษณุโลก
ปี พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

บริษัท ลักซ์เอ็นจิเนียริง จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน
บริษัท ฮิตาชิคอมเพรสเซอร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน
บริษัท อริยะอีคิวปเมนต์ จำกัด ตำแหน่ง พนักงานอะไหล่
บริษัท สหยูเนี่ยนคอปอเรชั่น จำกัด ตำแหน่ง พนักงานคุมเครื่องยิงเรเซอร์

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายจิรพันธ์ จันทร

ชื่อเรื่อง ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก

สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล



ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 19 เดือน ธันวาคม 2526 อายุ 23 ปี

ที่อยู่ 9 หมู่ 2 ต. ทพหลวง อ. บ้านไร่ จ. อุทัยธานี 61140

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2544 จบมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านไร่วิทยา จ. อุทัยธานี

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) โรงเรียนเทคโนโลยีภาคเหนือ

จ. นครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

จ. นครสวรรค์

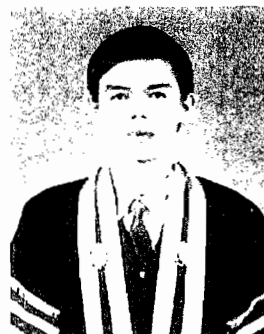
ประวัติการทำงาน

บริษัท อุตสาหกรรมกาญจนบุรี จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท โชคชัยสตาร์ท จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-สกุล นายณรงค์ศักดิ์ สุขอ่ำ
ชื่อเรื่อง ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก
สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล



ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 20 เดือน ตุลาคม 2525 อายุ 24 ปี

ที่อยู่ 105/3 หมู่ 3 ต. หนองบัว อ.हनองบัว จ.นครสวรรค์ 60110

ประวัติการศึกษา

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

ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส) วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

ปี พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

บริษัท ไทยสแตนเลย์ การไฟฟ้า จำกัด (มหาชน) ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท สุรากระทิงแดง (1988) จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – สกุล นายนิรภัย คุรุพันธ์
ชื่อเรื่อง ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก
สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล



ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 22 เดือน มีนาคม 2527 อายุ 22 ปี

ที่อยู่ 27 หมู่ 2 ต. ดงขวาง อ. หนองขาหย่าง จ. อุทัยธานี 61130

ประวัติการศึกษา

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

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

ปี พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

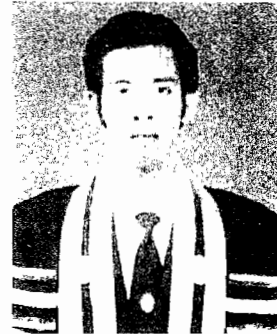
บริษัท อีซูซุอุทัยธานี จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

บริษัท ชูชูอุทัยธานี จำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

สำนักงานประปา เทศบาลนครนครสวรรค์ ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-สกุล นายสายฐาน สอนวงศ์จิตร
ชื่อเรื่อง ชุดทดลองปั๊มแบบลูกสูบชัก
สาขาวิชา เทคโนโลยีเครื่องกล



ประวัติส่วนตัว

เกิด วันที่ 9 เดือน กรกฎาคม 2525 อายุ 24 ปี
ที่อยู่ 4 หมู่ 9 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ 67240

ประวัติการศึกษา

ปี พ.ศ. 2543 จบมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนวังโป่งพิทยาคม อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
ปี พ.ศ. 2546 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จ.พิษณุโลก
ปี พ.ศ. 2548 ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ. 2 ปี) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
จ. นครสวรรค์

ประวัติการทำงาน

บริษัท อคราไมนิ่งจำกัด ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน
บริษัท ฮอโต้เซรมปีเทรค ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน