ชื่อ _____ รหัส นศ. _____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2553
วันที่ 4 มีนาคม 2554 เวลา 09.00 - 12.00 น.
วิชา 216-334/216-343 Fluid Power ห้อง หัวหุ่นยนต์, A201

คำสั่ง :

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ให้ทำทุกข้อ
2. ห้ามนำเครื่องคิดเลขทุกชนิดเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอได้
4. อนุญาตให้ใช้ด้านหลังของกระดาษในการทำข้อสอบได้
5. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร สมุดบันทึกคำบรรยาย และตำราทุกชนิดเข้าห้องสอบ

รศ. ปัญญรักษ์ งามศรีตระกูล
ผู้ออกข้อสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	25	
2	20	
3	15	
4	25	
5	20	
รวม	105	

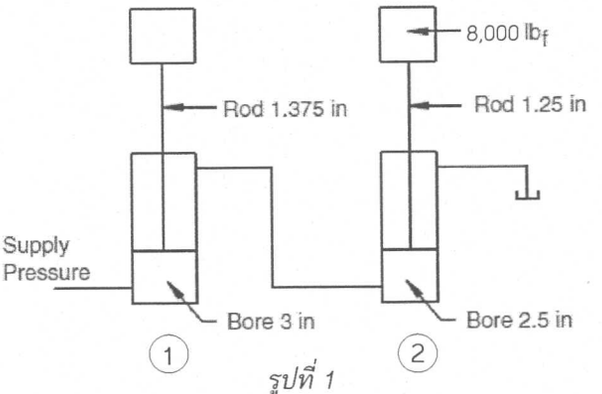
ชื่อ _____ รหัส นศ. _____

1. กระบอกสูบสองชุดถูกนำมาวางต่อกันดังรูปที่ 1 ภาระที่กระบอกสูบ 2 มีค่าเท่ากับ 8,000 lb_f และ pressure relief valve ถูกตั้งค่าไว้ที่ 3,000 psi จากการทดลองที่สภาวะ no load ได้ข้อมูลสำหรับกระบอกสูบทั้งสองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1

กระบอกสูบ 1	กระบอกสูบ 2
p_{c1}=40 psi p_{r1}=35 psi	p_{c2}=40 psi p_{r2}=45 psi

ตัวห้อย c และ r หมายถึง cap end และ rod end ตามลำดับ



รูปที่ 1

ความดันสูญเสียระหว่าง pressure relief valve กับทางเข้า(cap end)ของกระบอกสูบ 1 มีค่าเท่ากับ 30 psi และความดันสูญเสียระหว่างทางออก(rod end)ของกระบอกสูบ 1 กับทางเข้า(cap end)ของกระบอกสูบ 2 มีค่าเท่ากับ 15 psi

1.1 จงหาภาระสูงสุดที่กระบอกสูบ 1 สามารถรับได้ ถ้าความดันสูญเสียที่ทางออกของกระบอกสูบ 2 กับถังเก็บน้ำมันมีค่า 45 psi (15 คะแนน)

1.2 จงหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบทั้งสอง ถ้าอัตราการไหลที่ทางเข้าของกระบอกสูบที่ 1 มีค่า 100 ลบ.นิ้วต่อนาที (10 คะแนน)

2. อุปกรณ์ระบายความร้อน และเครื่องกรอง

2.1 ระบบไฮดรอลิกส์ใช้ปั๊มขนาด 3 in^3/rev ทำงานที่ความเร็วรอบ 1,800 rpm และความดันเฉลี่ยของระบบเท่ากับ 950 psi ถ้าระบบนี้มีประสิทธิภาพรวมเท่ากับ 70% ซึ่งหมายถึงระบบมีการสูญเสียพลังงานโดยกลายเป็นความร้อนไปทั้งหมด 30% ถ้าความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ถูกระบายทิ้งในถังเก็บน้ำมัน 75% จงหาพื้นที่ผิวของถังน้ำมัน ถ้า ส.ป.ส.การถ่ายเทความร้อนของพื้นผิวถังน้ำมันมีค่า 5 $BTU/ft^2 \cdot h \cdot {}^\circ F$ อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศรอบๆ ถังมีค่าเท่ากับ $90^\circ F$ และกำหนดให้อุณหภูมิของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบจะต้องไม่เกิน $140^\circ F$ (15 คะแนน)

2.2 อธิบายหน้าที่ของเครื่องกรองในระบบไฮดรอลิกส์ (5 คะแนน)

3. ระบบไฮดรอลิกส์ใช้ท่ออ่อน (hose) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว ยาว 7 ฟุตต่อระหว่างวาล์วควบคุมทิศทาง(DCV) และทางเข้าของกระบอกสูบ กระบอกสูบนี้รับภาระ ณ ตำแหน่งที่ลูกสูบยืดออกเป็นระยะทาง 5 นิ้ว และภาระนี้มีค่าแปรเปลี่ยนระหว่าง 1,350 ถึง 10,000 lbf **จงคำนวณตำแหน่งของลูกสูบที่เปลี่ยนไป** ถ้ากระบอกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ก้านสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.25 นิ้ว น้ำมันไฮดรอลิกส์มีค่า Bulk modulus เท่ากับ 250,000 psi และอัตราการขยายตัวของท่ออ่อนมีค่า 0.06 ลบ.นิ้ว/ฟุต เมื่อความดันเพิ่มขึ้นทุกๆ 1,000 psi (15 คะแนน)

4. ระบบนิวแมติกส์ของโรงงานแห่งหนึ่งใช้ท่อส่งอากาศอัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 นิ้ว ส่งอากาศอัดไปยังอุปกรณ์นิวแมติกส์ต่างๆ ที่ความดัน 100 psi ด้วยอัตราการไหลเฉลี่ย 25 cfm (ลบ.ฟุตต่อนาที) ความยาวรวมของท่อจากถังเก็บอากาศอัด(receiver)ไปถึงหัวจ่ายที่ไกลที่สุดคือ 180 ฟุต ข้อมูลความดันสูญเสียต่อความยาวท่อ 10 ฟุตที่อัตราการไหลและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อแสดงในตารางที่ 4 จงหา

ตารางที่ 4 ความดันสูญเสียที่ความดันใช้งาน 100 psi

อัตราการไหล (cfm)	ขนาดท่อ		
	0.5	0.75	1.00
10	0.38	0.09	0.03
25	2.22	0.54	0.16
40	5.55	1.28	0.38
50	8.65	2.00	0.60

4.1 จงหาความดันสูญเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการส่งอากาศอัดไปเป็นระยะทาง 180 ฟุต (5 คะแนน)

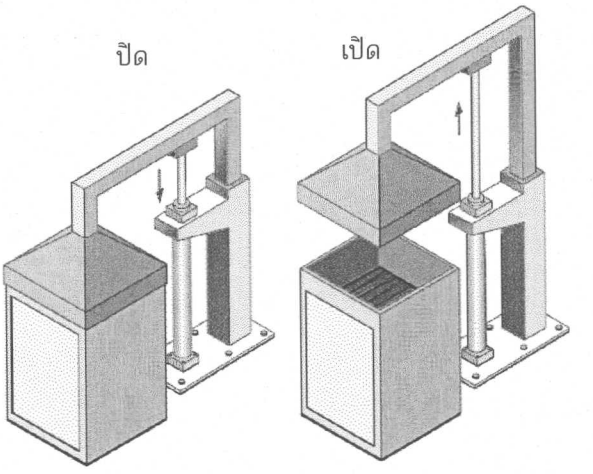
4.2 ขนาดของมอเตอร์ที่ต้องใช้ในการขับเครื่องอัดอากาศเพื่อให้สามารถจ่ายอากาศอัดด้วยได้ 25 cfm ที่ความดัน 100 psi ไปสู่จุดจ่ายที่ไกลที่สุด กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องอัดมีค่า 90% (10 คะแนน)

4.3 ถ้าต้องการรักษาให้ความดันแตกต่างระหว่างความดันสูงสุด และความดันต่ำสุดในระบบมีค่าไม่เกิน 6 psi และความถี่ในการหยุดและเริ่มทำงานของเครื่องอัดไม่เกิน 1 ครั้งต่อ 6 นาทีจงหาขนาดของถังเก็บอากาศ (receiver) (10 คะแนน)

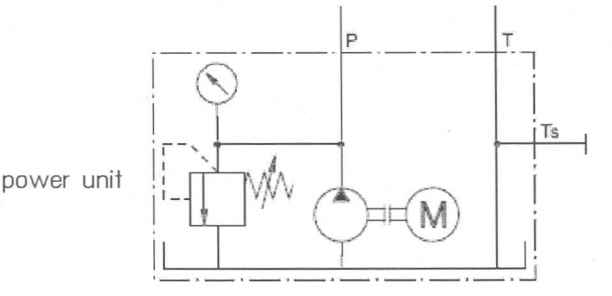
5. ฝาครอบของเตาชุบแข็งโลหะได้รับการออกแบบให้เปิดและปิดโดยใช้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์ดังรูปที่ 5(ก) กระบอกสูบดังกล่าวควบคุมการทำงานด้วย 3/2-way DCV และฝาครอบเตามีน้ำหนัก 10 kgf

5.1 จงเขียนวงจรไฮดรอลิกส์ในรูป 5(ข) ให้สมบูรณ์ (10 คะแนน)

5.2 ถ้าอัตราการไหลของปั๊มมีค่า 2.5 l/min ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบเท่ากับ 2 cm ช่วงชักของลูกสูบมีค่า 25 cm จงหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของฝาครอบ และความดันที่ต้องใช้ในการยกฝาครอบให้เปิด (10 คะแนน)



รูปที่ 5(ก)



รูปที่ 5(ข)

ข้อมูล หรือสมการที่สำคัญ

หน่วยต่างๆ ที่สำคัญ

Mass

1 kg = 2.2046 pound (lb) = 1000 gm
1 lb = 0.4536 kg
1 ton (imperial) = 2240 lb = 1016 kg = 1.12 ton (US)
1 tonne = 1000 kg = 2204.6 lb = 0.9842 ton (imperial)
1 ton (US) = 0.8929 ton (imperial)

Length

1 metre = 3.281 foot (ft) = 1000 mm = 100 cm
1 inch = 25.4 mm = 2.54 cm
1 yard = 0.9144 m

Volume

1 litre = 0.2200 gallon (imperial) = 0.2642 gallon (US)
1 gallon (imperial) = 4.546 litre = 1.2011 gallon (US)
= 0.161 cubic ft
1 gallon (US) = 3.785 litre = 0.8326 gallon (imperial)
1 cubic meter = 220 gallon (imperial) = 35.315 cubic feet
1 cubic inch = 16.387 cubic centimetres

Force

1 newton (N) = 0.2248 pound force (lb f)
= 0.1019 kilogram force (kg f)
1 lb f = 4.448N = 0.4534 kg f
1 kg f = 9.81N = 2.205 lb
Other units are
dynes (cgs unit); 1 N = 10^5 dynes
ponds (gram force); 1 N = 102 ponds
SI unit is the newton:
N = kg ms^{-2}

Work (Energy)

1 joule (J) = 2.788 x 10^{-4} Wh (2.788×10^{-7} kWh)
= 0.7376 ft lbf
= 0.2388 calories
= 9.487×10^{-4} British thermal units (BTu)
= 0.102 kgf m
= 10^7 ergs (cgs unit)
SI unit of work is the joule (J)
lJ = 1 N m
= 1 m^2 kg s^{-2}

Pressure

1 bar = 100 kPa
= 14.5 psi
= 750 mmHg
= 401.8 inches W G
= 1.0197 kgf cm^{-2}
= 0.9872 atmosphere

1 kilopascal = 1000 Pa
= 0.01 bar
= 0.145 psi
= 1.0197×10^{-3} kgf cm^{-2}
= 4.018 inches W G
= 9.872×10^{-3} atmosphere

1 pound per square inch (psi) = 6.895 kPa
= 0.0703 kgf cm^{-2}
= 27.7 inches W G

1 kilogram force per square cm (kgf cm-2) = 98.07 kPa
= 14.223 psi

1 Atmosphere = 1.013 bar
= 14.7 psi
= 1.033 kgf cm^{-2}

SI unit of pressure is the pascal (Pa) lPa = lN m^{-2}
Practical units are the bar and the psi.

Power

1 kwatt (kw) = 1.34 Hp
= 1.36 metric Hp
= 102 kgf m s^{-1}
= 1000 W

1 horse power (Hp) = 0.7457 kw
= 550 Ft lb s^{-1}
= 2545 BTU h^{-1}

SI unit of power (and the practical unit) is the watt (W)

<u>สมการที่สำคัญ</u>

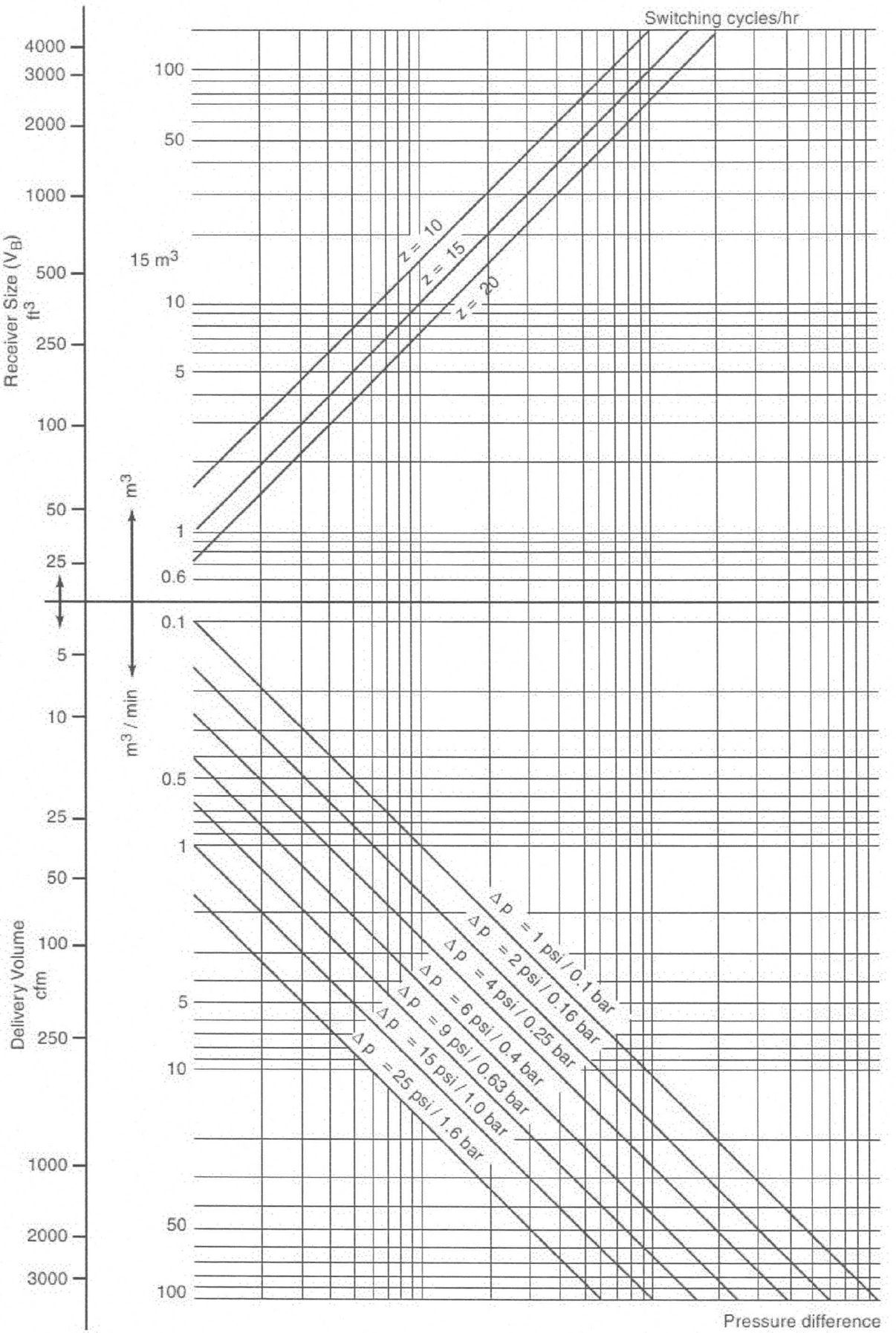
Kinematic viscosity $\nu = \frac{\mu}{\rho}$

where μ = dynamic viscosity [g/(s · cm)]
ρ = density (g/cm^3)

Bulk Modulus $\beta = \frac{-\Delta P}{(\Delta V / V)}$

where β = bulk modulus (psi)
ΔP = change in pressure (psi)
ΔV = change in volume when ΔP is applied (in^3)
V = original volume (in^3)

ชื่อ _____ รหัส นศ. _____


Switching cycles/hr
Receiver Size (V_B)
ft³
m³
m³ / min
Delivery Volume
cfm
4000
3000
2000
1000
500
250
100
50
25
5
10
25
50
100
5
250
1000
2000
3000
100
50
10
5
1
0.6
0.1
0.5
1
5
10
50
100
15 m³
z = 10
z = 15
z = 20
Δp = 1 psi / 0.1 bar
Δp = 2 psi / 0.16 bar
Δp = 4 psi / 0.25 bar
Δp = 6 psi / 0.4 bar
Δp = 9 psi / 0.63 bar
Δp = 15 psi / 1.0 bar
Δp = 25 psi / 1.6 bar
Pressure difference

ชื่อ _____ รหัส นศ. _____

Atos spa
21018 Sesto Calende, Italy - Fax 0331 920005

Table **P001-1/E**

Hydraulic symbols

according to UNI-ISO standards

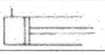
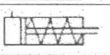
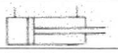
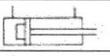
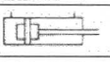
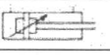
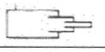
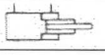
PUMPS

Graphic symbol		Item	Description
(a)	(b)	Fixed displacement pump	One flow direction (a)
			Two flow directions (b)
(a)	(b)	Variable displacement pump	One flow direction (a)
			Two flow directions (b)
		Hand pump	Lever pumping

MOTORS

Graphic symbol		Item	Description
(a)	(b)	Fixed displacement motor	One rotation sense (a)
			Two rotation senses (b)
(a)	(b)	Variable displacement motor	One rotation sense (a)
			Two rotation senses (b)
		Rotary actuator	Hydraulic motor with limited angle of rotation

CYLINDERS

Graphic symbol	Item	Description
	Single-acting cylinder	Return stroke by external force
		Return stroke through a spring
	Double-acting cylinder	Single rod
		Double rod
	Cylinder with fixed stroke end cushioning	Cushioning on one side
		Cushioning on both sides
	Cylinder with adjustable stroke end cushioning	Cushioning on one side
		Cushioning on both sides
	Telescopic cylinder	Single-acting
		Double-acting

PRESSURE CONTROL VALVES

Pressure relief valve Direct operated Pilot operated	**Sequence valve** Direct operated Pilot operated
Pressure reducing valve Direct operated Pilot operated	**Counterpressure valve**

P001

ชื่อ _____ รหัส นศ. _____

FLOW CONTROL VALVES

Variable throttling valve		Compensated flow regulator	
Two way	With check	Two-way	Three-way

DIRECTIONAL CONTROL VALVES

Check valve			
Standard	Calibrated	Piloted operated	Piloted with drainage
Directional valves			
2 ways - 2 positions	3 ways - 2 positions	4 ways - 2 positions	4 ways - 3 positions
Controls for directional valves			
Mechanical	Pushbutton	Lever	Pedal
Controls for directional valves			
Spring	Cam	Electric (solenoid)	Electro-hydraulic
Controls for directional valves			
Pneumatic	Hydraulic	Electric (proportional)	Electro-hydraulic (proportional)

ENERGY TRANSMISSION AND ACCESSORIES

Graphic symbol	Item	Description
	Motor	Electric
		Engine
	Pipings and connections	Main
		Pilot
		Drain
		Flexible hose
		Connection point
		Crossing
	Branching	Closed
		With connected piping
	Coupling	Fast coupling
		With check valves

Graphic symbol	Item	Description
	Reservoir	Pipings above level
		Pipings under level
		Pressurized reservoir
	Air bleed	
	Hydraulic accumulator	
	Filter	
	Heat exchanger	Heater
		Cooler
		Liquid operated cooler
	Pressure gauge	
	Pressure switch	
	Rotating shaft	1 direction
		2 directions

02/95