มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ ๒ **ประจำปีการศึกษา ๒๕๔๖**

วันที่ : **๒๘ ธันวาคม ๒๕๔๖** **เวลา** : **๑๓:๓๐–๑๖:๓๐ น.**

วิชา : **๒๑๖–๓๔๓ กำลังของไหล** **ห้อง** : R200

<u>คำสั่ง</u> ๑. ให้ทำข้อสอบทุกข้อในกระดาษข้อสอบนี้ มีทั้งหมดมี ๗ ข้อ

๒. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

๓. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ

๔. ให้เขียนคำตอบด้วยปากกา ขนาดตัวอักษรไม่เล็กกว่า ๔ มม

ชื่อ ..... รหัส .....

ข้อ	คะแนน
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
รวม	

สมาน เสนงาม (ผู้ออกข้อสอบ)

๑๕ ธันวาคม ๒๕๔๖

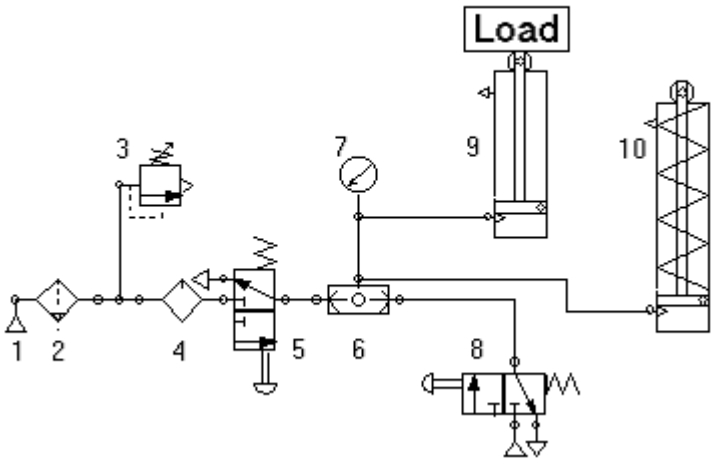
ชื่อ ..... รหัส .....

1. กฎปาสคาลกล่าวว่าอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างการประยุกต์กฎปาลคาลทั้งสองรูปแบบที่สำคัญ โดยให้อธิบายในเชิงหลักการด้วย

(10 คะแนน)

2. จงระบุชื่อสัญลักษณ์ในวงจรต่อไปนี้

(10 คะแนน)



3. จากวงจรในข้อ 2. ถ้ากดปุ่มของลิ้น 8 จะมีอะไรเกิดขึ้น
กำหนดให้ กระบอกนิวแมติก 9 และ 10 มีขนาดเท่ากัน น้ำหนัก load = 200 N. และสปริงกระบอก 10 หดสุดมีแรงสปริง 100 N

(10 คะแนน)

4. หลอดเหล็กกล้าขนาด 23 mm ID หนา 2.5 mm เหมาะสมกับการทำงานที่ความดันทำงานสูงสุดเท่าใด (FS=6) ถ้าวัสดุเป็นเหล็กกล้ารีดเย็น SAE 1010 ที่มีความแข็งแรงดึง 379 Mpa **(10 คะแนน)**

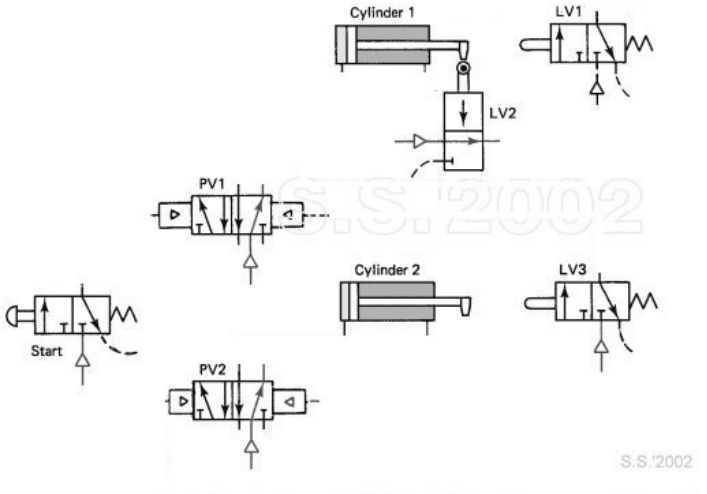
5. จงคำนวณหาขนาดกำลังผลิตของเครื่องอัดอากาศ สำหรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ดังข้างล่าง โดยใช้งานที่ช่วงความดัน 8 bars และให้เผื่อขนาดไว้อีก 25% (ในหน่วย l/s free air)

(20 คะแนน)

Consumption of air tools and equipment	l/s
Air hoist	4
1" Rotary drill	5
Vertical grinder	10
Paint gun	3
Air ratchets	4
Impact wrench	10
Total	36

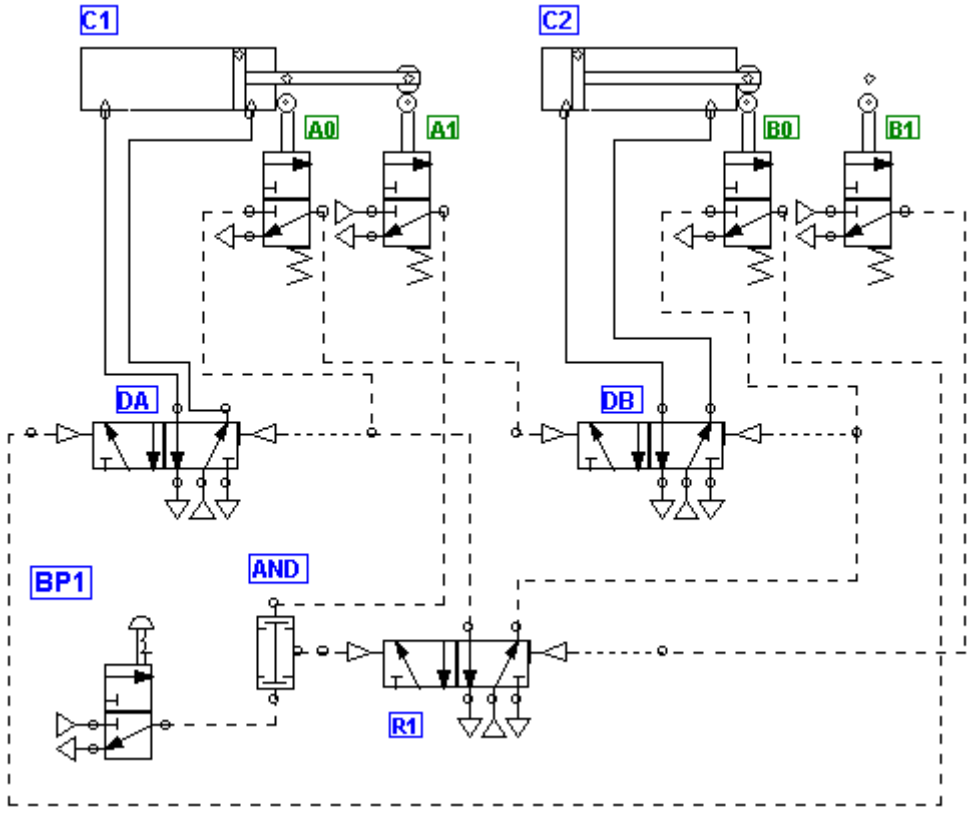
6. จากอุปกรณ์ตามรูปข้างล่าง จงประกอบให้เป็นวงจรนิวแมติก ที่มีการทำงานดังนี้
เมื่อกดปุ่ม Start แล้วปล่อย
Cylinder 1 ยืด, Cylinder 2 ยืด, Cylinder 1 หด, Cylinder 2 หด

(20 คะแนน)



7. จงระบุชื่ออุปกรณ์และหน้าที่ของอุปกรณ์นั้นในวงจรตามรูปข้างล่าง และบรรยายขั้นตอนการทำงานเมื่อกดปุ่ม BP1

(30 คะแนน)



<u>เฉลย</u>

1. กฎปาสคาลกล่าวว่าอย่างไร พร้อมยกตัวอย่างการประยุกต์กฎปาลคาลทั้งสองรูปแบบที่สำคัญ โดยให้อธิบายในเชิงหลักการด้วย

<u>ตอบ</u>

กฎปาสคาลกล่าวว่า "การส่งความดันผ่านของเหลวที่ถูกกักไว้จะไม่มีการสูญเสีย"

ตัวอย่างการประยุกต์กฎปาลคาลที่สำคัญ คือ

1. **แม่แรงไฮดรอลิก** (Hydraulic Jack)

ระบบแม่แรงที่อาศัยปั๊มมือแบบลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็ก อัดน้ำมันความดันสูง เพื่อใช้ขับกระบอกไฮดรอลิกแบบทางเดียวที่มีพื้นที่หน้าตัดใหญ่

ใช้หลักการของกฎปาสคาลโดยตรง คือ ความดันที่ถูกกักจะมีค่าเท่ากัน ปั๊มมือที่ลูกสูบเล็กจะใช้แรงน้อยกว่าที่ความดันเท่ากัน ขณะที่กระบอกไฮดรอลิกมีพื้นที่หน้าตัดจะสามารถรับภาระเป็นแรงที่สูงกว่าที่ความดันเดียวกันนั้น

หรือ $\frac{F_{small}}{A_{small}} = P = \frac{F_{large}}{A_{large}}$

2. **ตัวเพิ่มความดันอากาศ-ไฮดรอลิก** (Air-to-Hydraulic Pressure Booster)

ระบบเพิ่มความดันที่อาศัยอากาศความดันต่ำขับกระบอกสูบที่มีพื้นที่หน้าใหญ่ ทำให้ได้แรงเยอะ และใช้แรงนั้นในการขับกระบอกสูบไฮดรอลิกหน้าตัดเล็กทำให้สามารถอัดน้ำมันได้ความดันสูง เป็นการใช้หลักการของกฎปาสคาลทางอ้อม คือ เปลี่ยนความดันต่ำให้เป็นแรงค่าสูงด้วยลูกสูบขนาดใหญ่ แล้วเปลี่ยนแรงนั้นให้เป็นความดัน ที่สูงขึ้นด้วยลูกสูบขนาดเล็ก

หรือ $P_{low} \times A_{large} = F = P_{high} \times A_{small}$

2. จงระบุชื่อสัญลักษณ์ในวงจรต่อไปนี้

<u>ตอบ</u>

1. Pressure source
2. Filter with automatic drain
3. Safety valves
4. Lubricator
5. Manual operate (push button) spring return 3/2 DCV
6. Shuttle valve
7. Pressure gage
8. Manual operate (push button) spring return 3/2 DCV

9. Single acting external force return pneumatic cylinder
10. Single acting spring return pneumatic cylinder

3. จากวงจรในข้อ 2. ถ้ากดปุ่มของลิ้น 8 จะมีอะไรเกิดขึ้น
กำหนดให้ กระบอกนิวแมติก 9 และ 10 มีขนาดเท่ากัน น้ำหนัก load = 200 N. และสปริงหดสุดมีแรง 100 N

ตอบ

1. ปุ่มลิ้น 8 จะทำงานที่กรอบซ้าย
2. อากาศไหลผ่านลิ้น 8 กรอบซ้าย เข้าลิ้น 6 (OR gate) ด้านขวา แล้วผ่านออกด้านบน จ่ายให้แก่ pressure gauge 7, cylinder 9, และ cylinder 10 พร้อมกัน
3. pressure gauge 7 วัดได้ค่าความดันค่าหนึ่ง
4. cylinder 10 เริ่มยืดตัวขึ้นจนสุด
5. pressure gauge 7 วัดได้ค่าความดันเพิ่มขึ้นจากค่าเดิม
6. cylinder 9 เริ่มยืดตัวขึ้นจนสุด
7. pressure gauge 7 วัดได้ค่าความดันเพิ่มขึ้นจนถึงความดันระบบ

4. หลอดเหล็กกล้าขนาด 23 mm ID หนา 2.5 mm เหมาะสมกับการทำงานที่ความดันทำงานสูงสุดเท่าใด (FS=6) ถ้าวัสดุเป็นเหล็กกล้ารีดเย็น SAE 1010 ที่มีความแข็งแรงดึง 379 Mpa

วิธีทำ คำนวณหาความดันแตกได้ว่า

$$BP = \frac{2tS}{D_o} = \frac{2 \times 2.5mm \times 379MPa}{28mm}$$
$$= 67.7MPa$$

คำนวณหาความดันทำงาน ที่ FS= 6 ได้ว่า

$$WP = \frac{BP}{FS} = \frac{67.7}{6}$$
$$= 11.28MPa$$
$$= 112.8bars$$

ตอบ

5. จงคำนวณหาขนาดกำลังผลิตของเครื่องอัดอากาศ สำหรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ดังข้างล่าง โดยใช้งานที่ช่วงความดัน 8 bars และให้เผื่อขนาดไว้อีก 25% (ในหน่วย l/s free air)

<u>วิธีทำ</u>

Consumption of air tools and equipment	l/s
Air hoist	4
1" Rotary drill	5
Vertical grinder	10
Paint gun	3
Air ratchets	4
Impact wrench	10
Total	36

Total air consumption = 36 l/s + (25% ×36 l/s)

= 45 l/s

คำนวณในหน่วยอากาศอิสระ $V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{(8 + 1.013)(45)}{1.013}$

$= 400.38 \ \ l/s$ free air

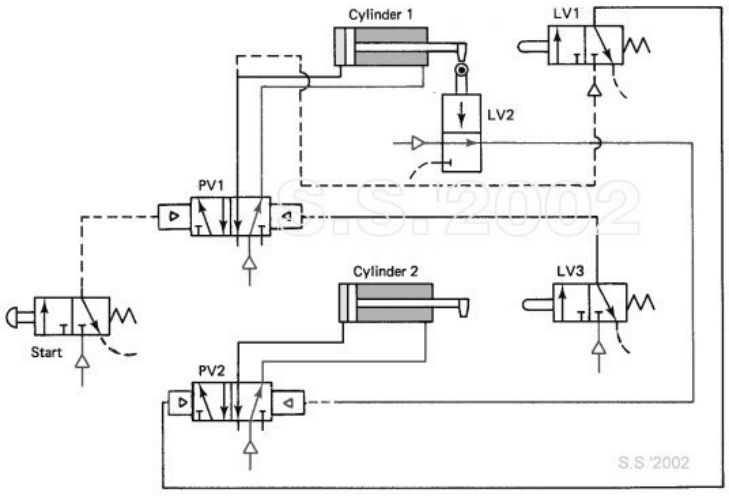
ต้องใช้เครื่องอัดอากาศกำลังผลิต 400.38 l/s free air **<u>ตอบ</u>**

6. จากอุปกรณ์ตามรูปข้างล่าง จงประกอบให้เป็นวงจรนิวแมติก ที่มีการทำงานดังนี้

เมื่อกดปุ่ม Start แล้วปล่อย

Cylinder 1 ยืด, Cylinder 2 ยืด, Cylinder 1 หด, Cylinder 2 หด

<u>ตอบ</u> วงจรเป็นดังนี้



7. จงระบุชื่ออุปกรณ์และหน้าที่ของอุปกรณ์นั้นในวงจรตามรูปข้างล่าง และบรรยายขั้นตอนการทำงานเมื่อกดปุ่ม BP1

ตอบ

BP1 เป็น manual operate (push button) 3/2 DCV with detent
ทำหน้าที่เป็นปุ่มควบคุม ให้เริ่มทำงาน

AND เป็น two pressure DVC (AND gate valve)
ทำหน้าที่เป็น ส่วนของวงจรควบคุมตรรกะ AND

R1 เป็น double pilot operated 5/2 DCV
ทำหน้าที่เป็น ส่วนของวงจรตรรกะ Memory หรือ Flipflop

DA, DB เป็น double pilot operated 5/2 DCV
ทำหน้าที่เป็น power valves

A0,A1,B0,B1 เป็น mechanical operate (roller) spring return 3/2 DCV
ทำหน้าที่เป็น limit valves หรือ sensors ตรวจตำแหน่งกระบอกนิวแมติก

C1,C2 เป็น Double acting pneumatic cylinders
ทำหน้าที่เป็น ตัวทำงาน

เมื่อกดปุ่ม BP1

1. ปุ่ม BP1 จะทำงานค้างที่กรอบบนด้วย detent
2. อากาศไหลผ่านลิ้น BP1 กรอบบน เข้าลิ้น AND ด้านล่าง ขณะเดียวกัน ลิ้น AND ด้านบนมีอากาศไหลจากลิ้น A1 ที่ถูกกดอยู่ ทำให้ AND มีสัญญาณอากาศออกไปบังคับลิ้น R1 ให้ทำงานในกรอบซ้าย
3. เมื่อลิ้น R1 เลื่อนไปทำงานในกรอบซ้าย อากาศไหลผ่านลิ้น R1 ไปบังคับลิ้น DA ทางกรอบขวา ขณะเดียวกันปล่อยสัญญาณอากาศที่ค้างด้านกรอบขวาของลิ้น DB ให้ระบายทิ้งผ่านลิ้น R1 ได้
4. เมื่อลิ้น DA ทำงานในกรอบขวา อากาศไหลผ่านลิ้น DA เข้าทางก้านสูบ ของกระบอกนิวแมติก C1 และระบายอากาศด้านหัวกระบอกทิ้งทำให้ กระบอก C1 หด ไปกดลิ้น A0 ให้ทำงานกรอบบน โดยปล่อยลิ้น A1 ให้ดันกลับด้วยสปริงกลับไปทำงานที่กรอบล่าง
5. อากาศไหลผ่านลิ้น A0 ไปบังคับลิ้น DB ด้านซ้าย ทำให้ลิ้น DB เลื่อนไปทำงานในกรอบซ้าย

6. เมื่อลิ้น DB ทำงานในกรอบซ้าย อากาศไหลผ่าน เข้าทางหัวของกระบอกนิวแมติก C2 และระบายอากาศด้านก้านสูบทิ้งทำให้ กระบอก C2 ยืด ไปกดลิ้น B1 ให้ทำงานกรอบบน โดยปล่อยลิ้น B0 ให้ดันกลับด้วยสปริงกลับไปทำงานที่กรอบล่าง
7. อากาศไหลผ่านลิ้น B1 ไปบังคับลิ้น R1 ด้านขวาทำให้ลิ้นเลื่อนไปทำงานในกรอบขวา
8. เมื่อลิ้น R1 ทำงานในกรอบขวา อากาศไหลผ่านเป็นสัญญาณไปบังคับลิ้น DB ด้านขวา ขณะเดียวกันไหลไปรอที่ลิ้น B0
9. เมื่อลิ้น DB ทำงานในกรอบขวา อากาศไหลผ่านลิ้นเข้าทางก้านสูบของกระบอกนิวแมติก C2 และระบายอากาศด้านหัวทิ้งทำให้ กระบอก C2 หด ไปกดลิ้น B0 ให้ทำงานกรอบบน โดยปล่อยลิ้น B1 ให้ดันกลับด้วยสปริงกลับไปทำงานที่กรอบล่าง
10. สัญญาณอากาศที่รอที่ลิ้น B0 ตามข้อ 8 ไหลผ่านไปได้ ไปบังคับลิ้น DA ให้ทำงานกรอบซ้าย
11. เมื่อลิ้น DA ทำงานในกรอบซ้าย อากาศไหลผ่านลิ้นเข้าทางหัวของกระบอกนิวแมติก C1 และระบายอากาศด้านก้านสูบทิ้งทำให้ กระบอก C1 ยืด ไปกดลิ้น A1 ให้ทำงานกรอบบน โดยปล่อยลิ้น A0 ให้ดันกลับด้วยสปริงกลับไปทำงานที่กรอบล่าง
12. ครบวัฏจักร โดยจะเริ่มซ้ำใหม่ตั้งแต่ ข้อ 2 จนกว่าจะกดปุ่ม BP1 อีกครั้งที่ปล่อย จึงจะหยุดทำงาน

<u>สรุป</u> ผลที่เกิดจะทำให้กระบอกนิวแมติก ยืด-หด อัตโนมัติ คือ

C1 **หด**, C2 **ยืด**, C2 **หด**, C1 **ยืด**

จนกว่าจะกดลิ้น BP1