มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบไล่ ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ประจำปีการศึกษา** 2545

วันที่ : 17 **กุมภาพันธ์** 2546 **เวลา** : 9:00-12:00 **น.**

วิชา : 216-343 **กำลังของไหล** **ห้อง** : A401

คำสั่ง 1. ให้ทำข้อสอบทุกข้อ ทั้งหมดมี 9 ข้อ

2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ

4. ให้เขียนคำตอบด้วยปากกา ขนาดตัวอักษรไม่เล็กกว่า 4 มม

5. เขียนคำตอบได้ทุกหน้า

ชื่อ .....รหัส .....

ข้อ	คะแนน
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
รวม	

สมาน เสนงาม (ผู้ออกข้อสอบ)

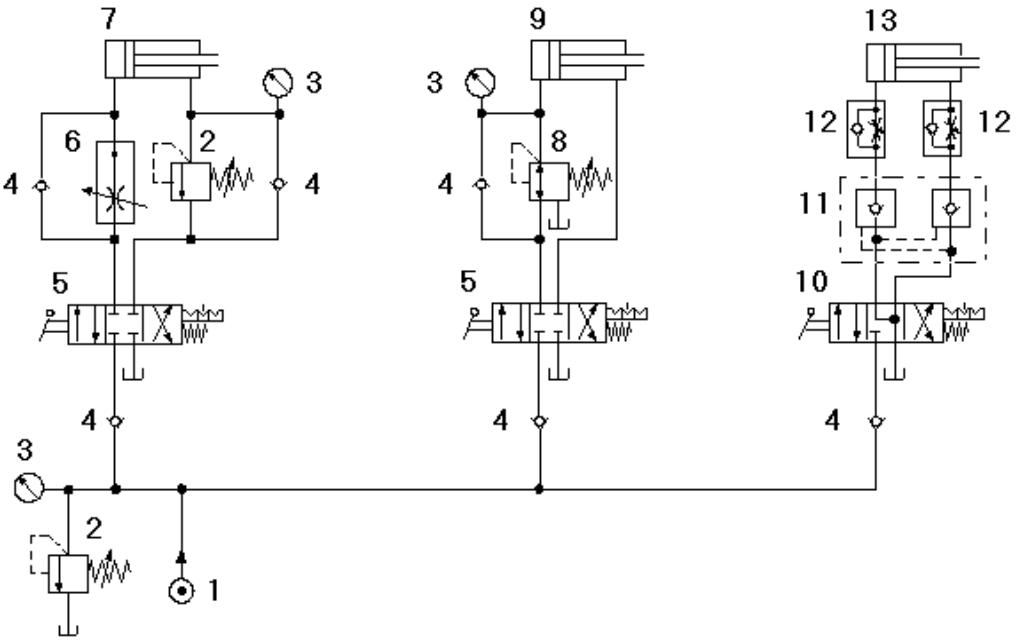
๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๖

1. จงบรรยายโดยสังเขปถึงประเภทและหน้าที่ของลิ้นในระบบกำลังของไหล พร้อมยกตัวอย่างสัญลักษณ์

(20 คะแนน)

2. จงระบุชื่อสัญลักษณ์ในวงจรต่อไปนี้

(20 **คะแนน**)

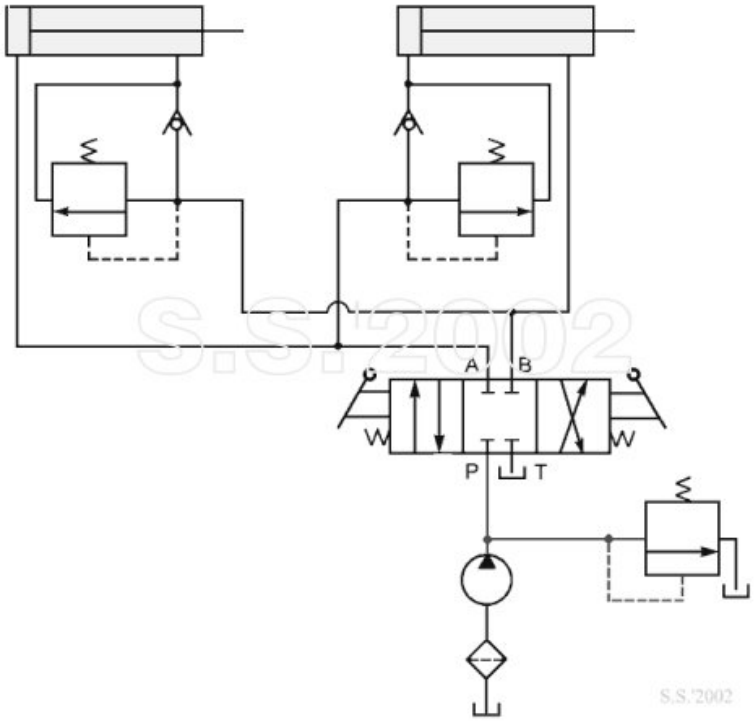


3. จงคำนวณหาขนาดกำลังผลิตของเครื่องอัดอากาศ (l/s free air) สำหรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ดังข้างล่าง โดยใช้งานที่ช่วงความดัน 8 bars โดยให้เผื่อขนาดไว้อีก 25%

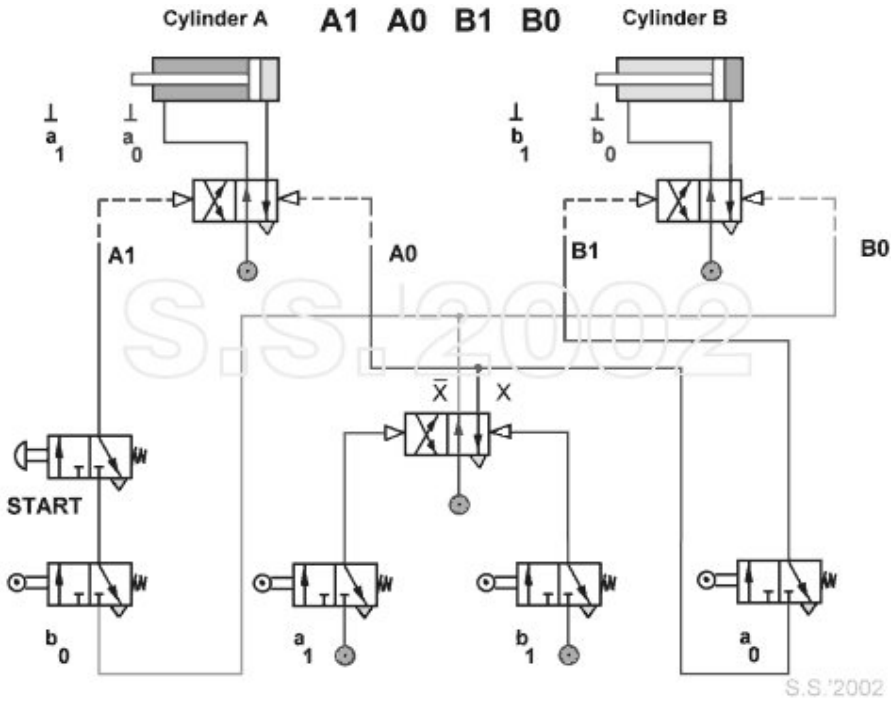
(30 คะแนน)

Consumption of air tools and equipment	l/s
Air hoist	2
1/4" Rotary in drill	3.5
Horizontal grinder	10
Paint gun	2.5
Air ratchets (2 at 6) รวม	6
Impact wrench (2 at 6) รวม	6

4. จงระบุชื่ออุปกรณ์แต่ละชิ้น และอธิบายลักษณะขั้นตอนการทำงานของวงจรตามรูปข้างล่าง **(20 คะแนน)**

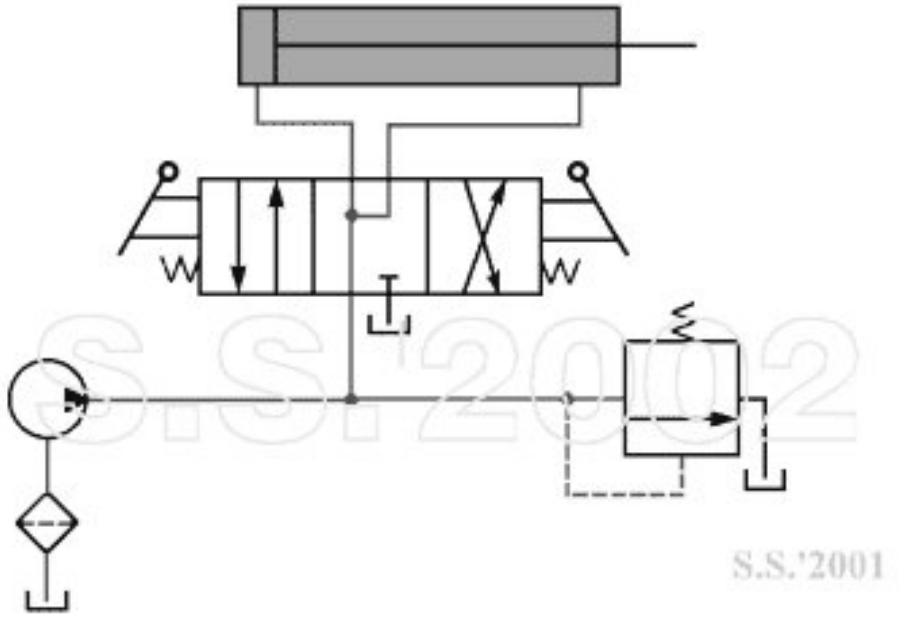


5. จงระบุชื่ออุปกรณ์แต่ละชิ้น และอธิบายลักษณะขั้นตอนการทำงานของวงจรตามรูปข้างล่าง **(20 คะแนน)**



6. วงจรตามรูปข้างล่างนี้มีเอกลักษณ์อย่างไร ?

(10 คะแนน)

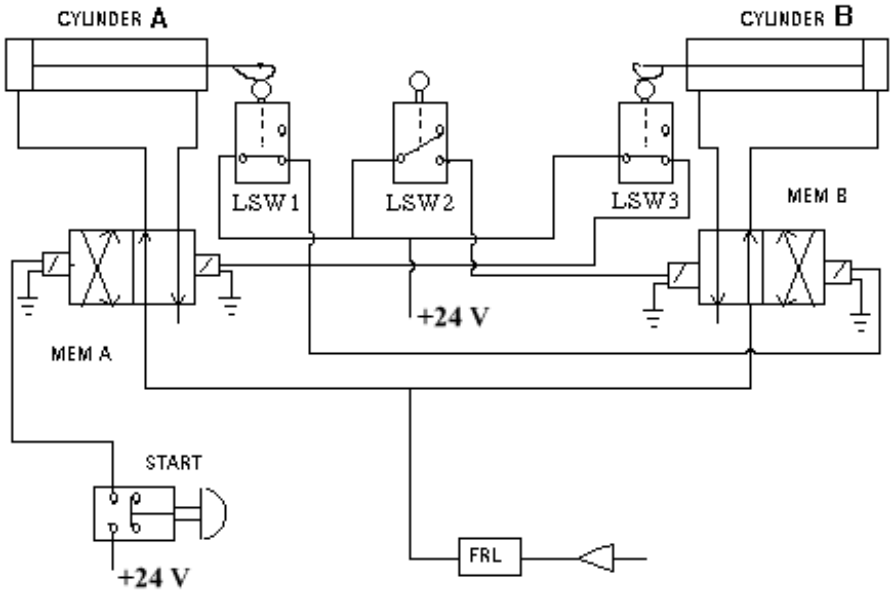


7. จงอธิบายการทำงานของวงจร ตั้งแต่เมื่อจ่ายอากาศก่อนกด START จนกด START แล้วปล่อย แล้วดัดแปลงวงจรในรูป ให้เป็นระบบ นิวแมติกควบคุมด้วย PLC

<u>หมายเหตุ</u> LSW1, LSW2 เป็นของกระบอก A ส่วน LSW3 เป็นของกระบอก B

(อธิบายการทำงาน 10 คะแนน โปรแกรม ladder 10 คะแนน แสดงการ wiring อุปกรณ์ 10 คะแนน)

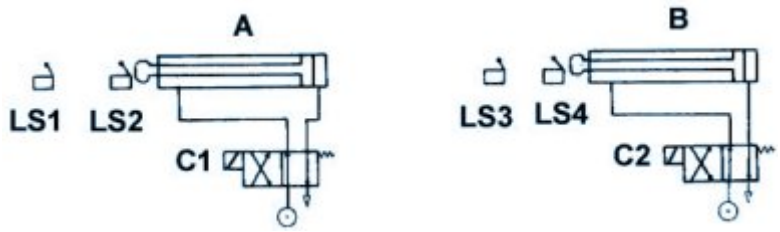
(30 คะแนน)

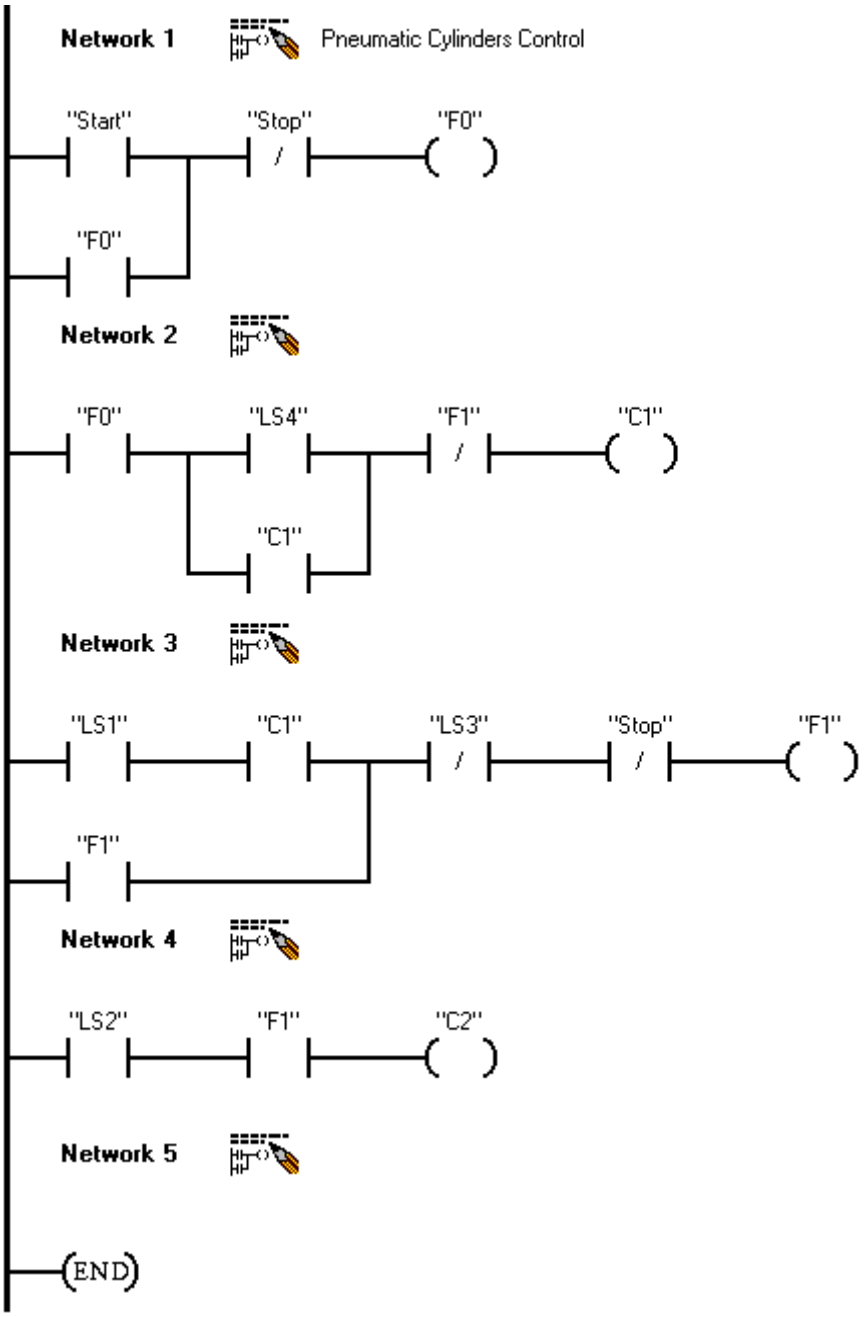


(กระดาษว่าง ใช้ทำข้อสอบ)

8. จงอธิบายการทำงานของระบบนิวแมติกควบคุมด้วย PLC ที่แสดงอยู่ข้างล่าง

(20 คะแนน)

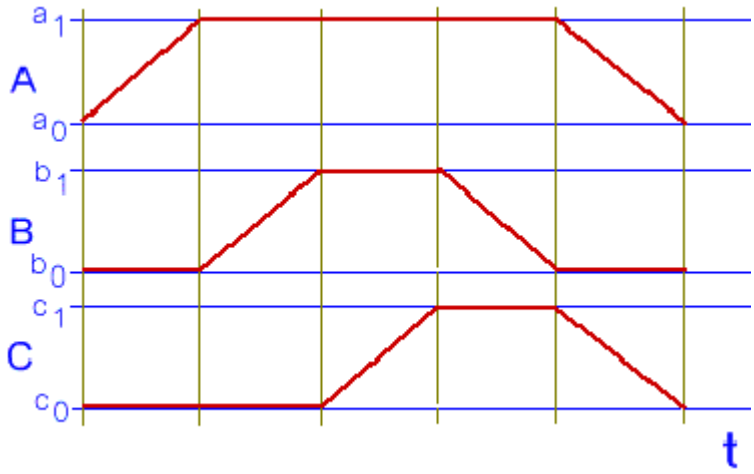




Symbol Name	Address
Start	I0.0
Stop	I0.1
LS1	I0.3
LS2	I0.4
LS3	I0.5
LS4	I0.6
F0	M0.0
C1	Q0.0
C2	Q0.1
F1	M0.1

9. จงออกแบบวงจรนิวแมติกโดยวิธี Karnaugh-Veitch จากไดอะแกรมข้างล่าง ถึงระดับสมการเชิงตรรกะ (ถ้าแสดงวงจรจริงด้วยเพิ่มอีก 10 คะแนน)

(20 คะแนน)



(กระดาษว่าง ใช้ทำข้อสอบ)

เฉลย

1. จงบรรยายโดยสังเขปถึงประเภทและหน้าที่ของลิ้นในระบบกำลังของไหล พร้อมยกตัวอย่างสัญลักษณ์

ตอบ

ลิ้นควบคุมแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. ลิ้นควบคุมทิศทาง (directional control valves)

2. ลิ้นควบคุมความดัน (pressure control valves)

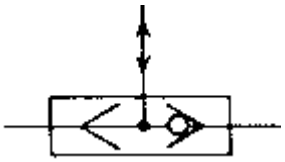
3. ลิ้นควบคุมการไหล (flow control valves)

ลิ้นควบคุมทิศทาง (Directional Control Valves - DCV)

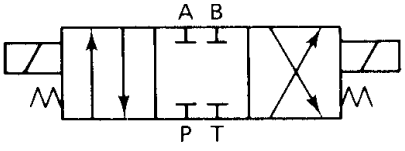
ใช้ควบคุมทิศทางการไหลของของไหลในวงจร เช่น ใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของกระบอกไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยการควบคุมทิศทางเข้าออกของน้ำมัน ตัวอย่าง เช่น

ลิ้นทางเดียว (check valves),

ลิ้นกระสวย (shuttle valves),



ลิ้นควบคุมทิศทางแบบ สองทาง (2 way valves), สามทาง (3 way valves), และสี่ทาง (4 way valves) เช่น ลิ้นสี่ทางสามตำแหน่งสปริงดันเข้ากลางขับด้วยขดลวดไฟฟ้า (solenoid-actuated, four-way, three-position, spring-centered directional control valve)

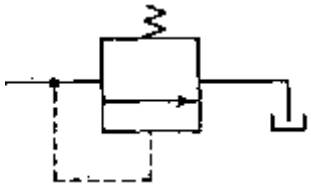


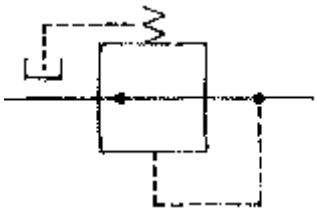
เป็นต้น

ลิ้นควบคุมความดัน (Pressure Control Valves - PCV)

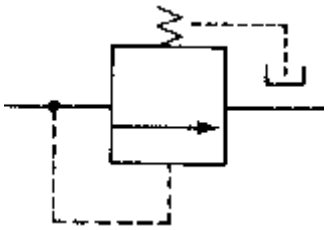
ใช้ควบคุมความดันให้อยู่ในระดับที่ต้องการใช้งาน และใช้ป้องกันระบบจากความดันที่สูงเกินไป ตัวอย่าง เช่น

ลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve),

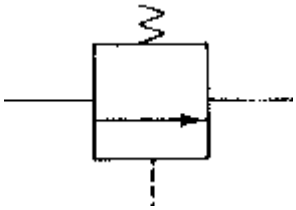




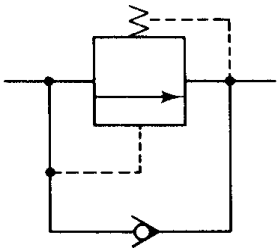
ลิ้นลดความดัน (pressure reducing valve),



ลิ้นลำดับงาน (sequence valve),



ลิ้นปลดภาระ (unloading valve),



และลิ้นถ่วงดุล (counter balance valve)

เป็นต้น

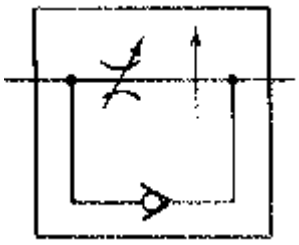
ลิ้นควบคุมการไหล (Flow Control Valves - FCV)

เป็นลิ้นที่ใช้ในการควบคุมอัตราไหลของของไหล เพื่อให้ทำงานตามที่ต้องการ เช่น การควบคุมความเร็วของตัวทำงานซึ่งจะขึ้นกับอัตราการไหล ถ้าจ่ายของไหลให้ตัวทำงานด้วยอัตราไหลสูงตัวทำงานจะเคลื่อนที่เร็ว ตัวอย่าง เช่น

ลิ้นควบคุมการไหลแบบไม่ชดเชย (noncompensated flow control valve)

เช่น needle valve

และลิ้นควบคุมการไหลแบบชดเชย (compensated flow control valves)



2. จงระบุชื่อสัญลักษณ์ในวงจรต่อไปนี้

ตอบ

1. pressure source
2. safety valves
3. pressure gage
4. check valves
5. Manual operate 4/3 DCV with detent (closed center)
6. Orifice (flow control valve)
7. Double acting hydraulic cylinder
8. Pressure reducing valve
9. Double acting hydraulic cylinder
10. Manual operate 4/3 DCV with detent (A,B,T connected center)
11. Pilot check valve
12. Flow control valve with check
13. Double acting hydraulic cylinder

3. จงคำนวณหาขนาดกำลังผลิตของเครื่องอัดอากาศ (l/s free air) สำหรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ ดังข้างล่าง โดยใช้งานที่ช่วงความดัน 8 bars โดยให้เผื่อขนาดไว้อีก 25%

(30 คะแนน)

ตอบ

Consumption of air tools and equipment	l/s
Air hoist	2
1/4" Rotary in drill	3.5
Horizontal grinder	10
Paint gun	2.5
Air ratchets (2 at 6)	6
Impact wrench (2 at 6)	6
Total	30

Total air consumption = 30 l/s + (25% ×30 l/s)

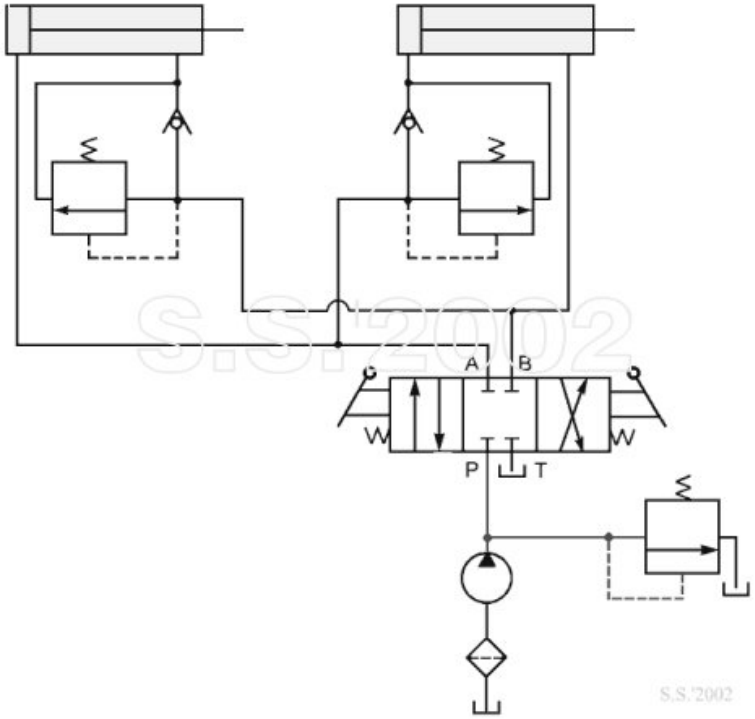
= 37.5 l/s

คำนวณในหน่วยอากาศอิสระ $V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{(8 + 1.013)(37.5)}{1.013}$

$= 333.65 \quad l/s$ free air

ต้องใช้เครื่องอัดอากาศกำลังผลิต 333.65 l/s free air **ตอบ**

4. จงระบุชื่ออุปกรณ์แต่ละชิ้น และอธิบายลักษณะขั้นตอนการทำงานของวงจรตามรูปข้างล่าง **(20 คะแนน)**



ตอบ

ในรูปเป็นวงจรลำดับงาน ใช้ลิ้นลำดับงาน 2 ตัว บังคับการทำงานของกระบอกไฮดรอลิกทำงานสองทาง 2 กระบอก โดยมีอุปกรณ์ ประกอบจากด้านล่างขึ้นบน เป็นดังนี้

1. reservior
2. strainer
3. fixed displacement pump
4. safety valve
5. Manual (lever) control spring center 4/3 DCV (closed center)
6. sequence valves (2 ตัว)
7. check valves (2 ตัว)
8. Double acting hydraulic cylinders (2 ตัว)

การทำงานเป็นดังนี้

1. เมื่อโยกลิ้น DCV ให้อยู่ในตำแหน่งกรอบซ้าย
   1.1 น้ำมันจะไหลจากช่อง P ไป A และ B กลับ T
   1.2 น้ำมันไหลเข้าด้านหัวของกระบอกไฮดรอลิกตัวซ้าย ทำให้กระบอกซ้ายยืดออกจนสุด โดยน้ำมันด้านก้านสูบระบายกลับถังผ่าน check valve ได้
   1.3 ขณะเดียวกัน น้ำมันไม่สามารถไหลผ่านเข้ากระบอกไฮดรอลิกตัวขวาได้ จนกว่ากระบอกซ้ายยืดออกจนสุด แล้วความดันน้ำมันจึงเพิ่มสูงขึ้นอีก จน sequence valve ตัวขวามือเปิดให้น้ำมันไหลผ่านเข้ากระบอกไฮดรอลิกตัวขวา ทำให้กระบอกขวายืดออกจนสุดบ้าง โดยน้ำมันด้านก้านสูบระบายกลับถังผ่าน check valve ได้

2. เมื่อโยกลิ้น DCV ให้อยู่ในตำแหน่งกรอบขวา
   2.1 น้ำมันจะไหลจากช่อง P ไป B และ A กลับ T
   2.2 น้ำมันไหลเข้าด้านก้านสูบของกระบอกไฮดรอลิกตัวขวา ทำให้กระบอกขวาหดกลับจนสุด โดยน้ำมันด้านหัวระบายกลับถังผ่าน check valve ได้
   2.3 ขณะเดียวกัน น้ำมันไม่สามารถไหลผ่านเข้ากระบอกไฮดรอลิกตัวซ้ายได้ จนกว่ากระบอกขวาหดกลับจนสุด แล้วความดันน้ำมันจึงเพิ่มสูงขึ้นอีก จน sequence valve ตัวซ้ายมือเปิดให้น้ำมันไหลผ่านเข้ากระบอกไฮดรอลิกตัวซ้าย ทำให้กระบอกซ้ายหดกลับจนสุดบ้าง โดยน้ำมันด้านหัวระบายกลับถังผ่าน check valve ได้

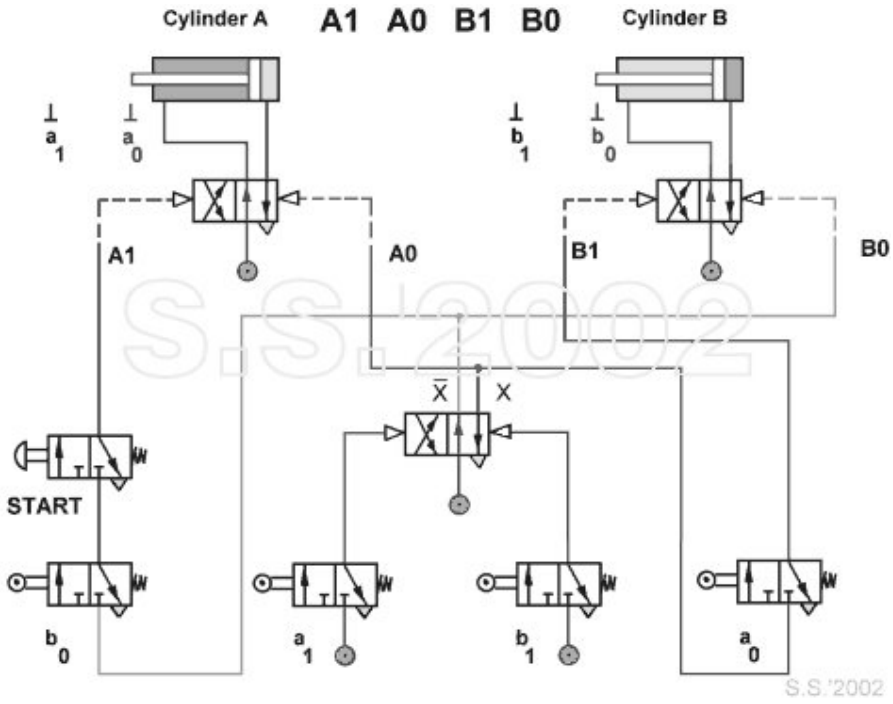
3. ถ้าลิ้น DCV อยู่ในตำแหน่งกลาง จะทำให้กระบอกไฮดรอลิกทั้งสองค้างอยู่ที่ตำแหน่งนั้น ๆ

5. จงระบุชื่ออุปกรณ์แต่ละชิ้น และอธิบายลักษณะขั้นตอนการทำงานของวงจรตามรูปข้างล่าง **(20 คะแนน)**

ตอบ

ในรูปเป็นวงจรลำดับงานในระบบนิวแมติก โดยมีอุปกรณ์ ประกอบจากด้านล่างขึ้นบน เป็นดังนี้

1. limit valves (4 ตัว)
2. push button 3/2 way valve spring return
3. pilot operate 4/2 way valves (memory valve) (3 ตัว)
4. Double acting pneumatic cylinders (2 ตัว)



สภาพก่อนทำงาน limit valve a_0 และ b_0 ถูกกด การทำงานเป็นดังนี้

<u>เมื่อกดปุ่ม start</u>

1. สัญญาณ pilot $\bar{X}$ จาก mem. valve X จะไหลผ่าน limit valve b_0 ที่ถูกกดอยู่ ไปกระตุ้น mem. valve A (ด้วยสัญญาณ A1) ให้ทำงานในกรอบซ้าย
2. อากาศไหลเข้าด้านหัวของกระบอกนิวแมติกตัวซ้าย ทำให้กระบอกซ้ายยืดออกจนสุด โดย limit valve a_0 ถูกปล่อย a_1 ถูกกดแทน
3. สัญญาณ pilot จาก a_1 (เป็นสัญญาณ X1) ไปกระตุ้น mem. valve X ให้ทำงานที่กรอบซ้าย ทำให้มีสัญญาณ pilot X จาก mem. valve X แทนสัญญาณ $\bar{X}$ เดิม
4. สัญญาณ pilot X จาก mem. valve X จะไหลไปกระตุ้น mem. valve A (ด้วยสัญญาณ A0) ให้ทำงานในกรอบขวา
5. อากาศไหลเข้าด้านก้านสูบของกระบอกนิวแมติกตัวซ้าย ทำให้กระบอกซ้ายหดกลับจนสุด โดย limit valve a_1 ถูกปล่อย a_0 ถูกกดแทน
6. สัญญาณ pilot X จาก mem. valve X จะไหลผ่าน limit valve a_0 ที่ถูกกดอยู่ ไปกระตุ้น mem. valve B (ด้วยสัญญาณ B1) ให้ทำงานในกรอบซ้าย
7. อากาศไหลเข้าด้านหัวของกระบอกนิวแมติกตัวขวา ทำให้กระบอกขวายืดออกจนสุด โดย limit valve b_0 ถูกปล่อย b_1 ถูกกดแทน
8. สัญญาณ pilot จาก b_1 (เป็นสัญญาณ X0) ไปกระตุ้น mem. valve X ให้ทำงานที่กรอบขวา ทำให้มีสัญญาณ pilot $\bar{X}$ จาก mem. valve X แทนสัญญาณ X เดิม

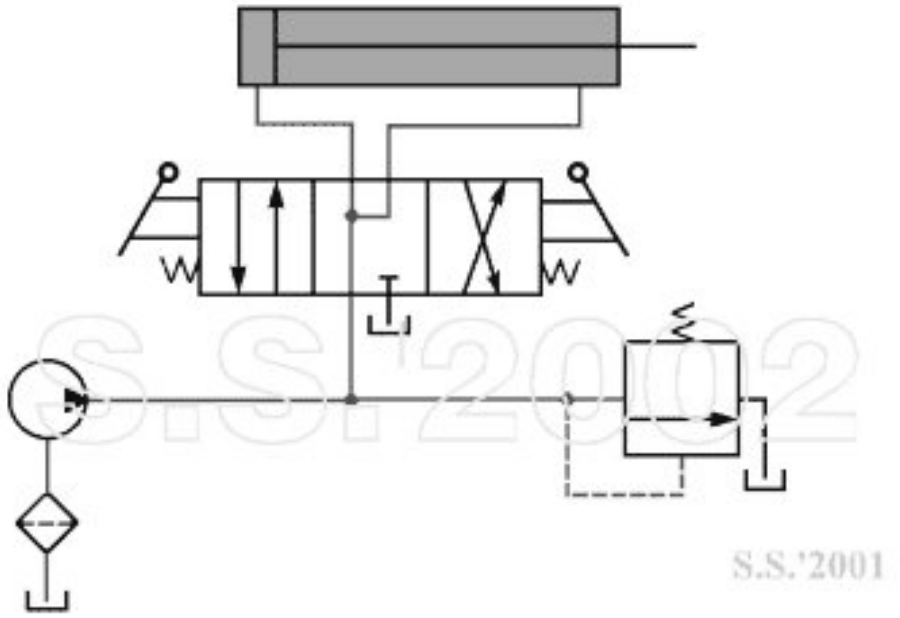
9. สัญญาณ pilot $\bar{X}$ จาก mem. valve X จะไหลไปกระตุ้น mem. valve B (ด้วยสัญญาณ B0) ให้ทำงานในกรอบขวา
10. อากาศไหลเข้าด้านก้านสูบของกระบอกนิวแมติกตัวขวา ทำให้กระบอกขวาหดกลับจนสุด โดย limit valve b_1 ถูกปล่อย b_0 ถูกกดแทน

<u>ครบรอบวัฏจักร</u>

ถ้ากดปุ่ม start แล้วปล่อย จะทำงานเพียงวัฏจักรเดียว

6. วงจรตามรูปข้างนี้มีเอกลักษณ์อย่างไร ?

(10 คะแนน)



<u>ตอบ</u>

วงจรนี้มีเอกลักษณ์ที่เป็นวงจรนำกลับมาใช้ (regenerative circuit) โดยใช้ลิ้นควบคุมทิศทางชนิด 4 ทาง 3 ตำแหน่งที่มีตำแหน่งกลางต่อร่วมระหว่างช่อง P A และ B ทำให้เมื่อลิ้นทำงานที่ตำแหน่งกลาง กระบอกไฮดรอลิกสามารถยืดได้เร็วเนื่องจากการนำน้ำมันด้านออกจากก้านสูบหมุนเวียนมาใช้ร่วมจ่ายเข้าหัวกระบอกพร้อมกับน้ำมันจากปั๊ม

7. จงอธิบายการทำงานของวงจร ตั้งแต่เมื่อจ่ายอากาศก่อนกด START จนกด START แล้วปล่อย แล้วดัดแปลงวงจรในรูป ให้เป็นระบบ นิวแมติกควบคุมด้วย PLC

<u>หมายเหตุ</u> LSW1, LSW2 เป็นของกระบอก A ส่วน LSW3 เป็นของกระบอก B

(อธิบายการทำงาน 10 คะแนน โปรแกรม ladder 10 คะแนน แสดงการ wiring อุปกรณ์ 10 คะแนน)

ตอบ

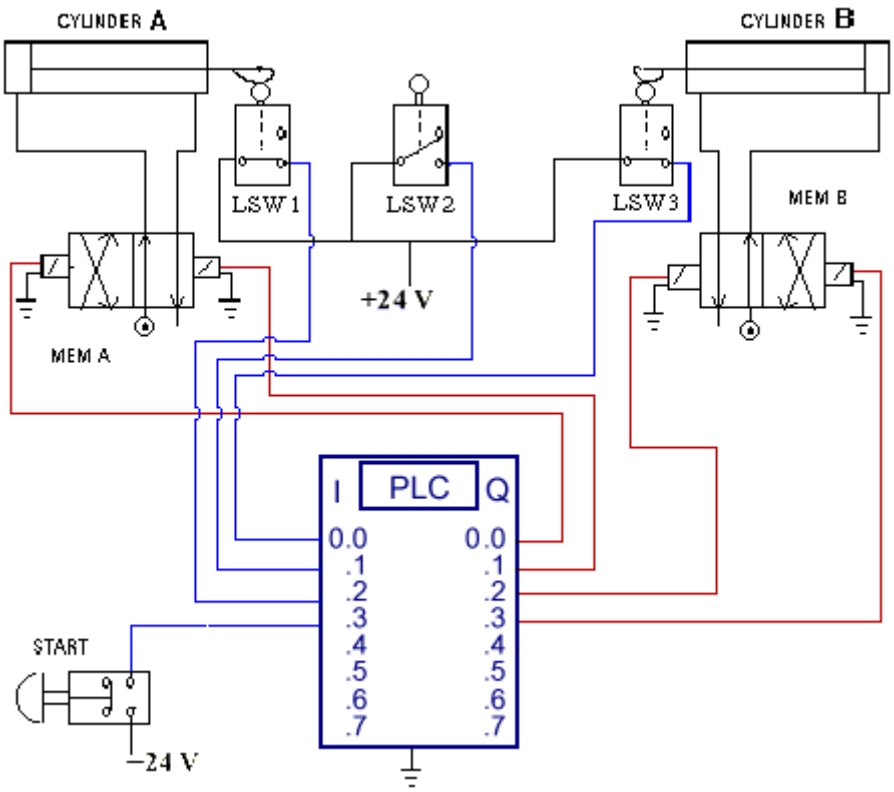
การทำงานของวงจร เมื่อจ่ายอากาศก่อนกด START

1. สัญญาณจาก LSW3 กระตุ้นให้ DCV MEM. A ทำงานที่กรอบขวา
2. สัญญาณจาก LSW1 กระตุ้นให้ DCV MEM. B ทำงานที่กรอบขวา
3. อากาศจ่ายผ่าน DCV MEM. A และ DCV MEM.B เข้าทางหัวกระบอกนิวแมติก A และท้าย B ทำให้กระบอกนิวแมติก A ยืดออก ไปกด LSW2 และกระบอกนิวแมติก B หดอยู่ โดยกด LSW3
4. สัญญาณจาก LSW2 กระตุ้นให้ DCV MEM. B ทำงานที่กรอบซ้าย ทำให้กระบอกนิวแมติก B ยืดออก เลิกกด LSW3
5. กระบอกนิวแมติกทั้งคู่ยืดค้าง และหยุดนิ่ง

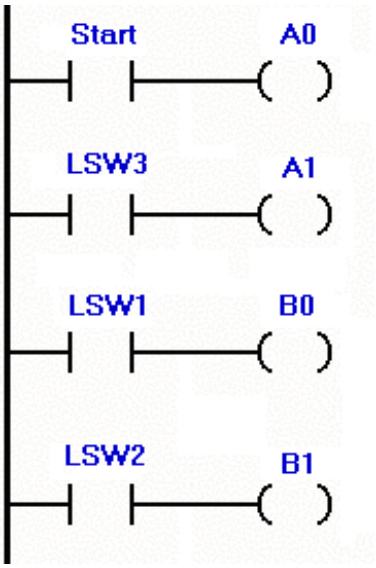
เมื่อกด START

1. สัญญาณจาก START กระตุ้นให้ DCV MEM. A ทำงานที่กรอบซ้าย
2. อากาศจ่ายผ่าน DCV MEM. A ทางกรอบซ้าย เข้าทางท้ายกระบอกนิวแมติก A และทำให้กระบอกนิวแมติก A หดเข้า ไปกด LSW1
3. สัญญาณจาก LSW1 กระตุ้นให้ DCV MEM. B ทำงานที่กรอบขวา
4. อากาศจ่ายผ่าน DCV MEM. B ทางกรอบขวา เข้าทางท้ายกระบอกนิวแมติก B และทำให้กระบอกนิวแมติก B หดเข้า ไปกด LSW3
5. สัญญาณจาก LSW3 กระตุ้นให้ DCV MEM. A ทำงานที่กรอบขวา
6. อากาศจ่ายผ่าน DCV MEM. A ทางกรอบขวา เข้าทางหัวกระบอกนิวแมติก A และทำให้กระบอกนิวแมติก A ยืดออก ไปกด LSW2
7. สัญญาณจาก LSW2 กระตุ้นให้ DCV MEM. B ทำงานที่กรอบซ้าย
8. อากาศจ่ายผ่าน DCV MEM. B ทางกรอบซ้าย เข้าทางหัวกระบอกนิวแมติก B และทำให้กระบอกนิวแมติก B ยืดออก

วงจร wiring ใหม่แล้วเป็นดังนี้



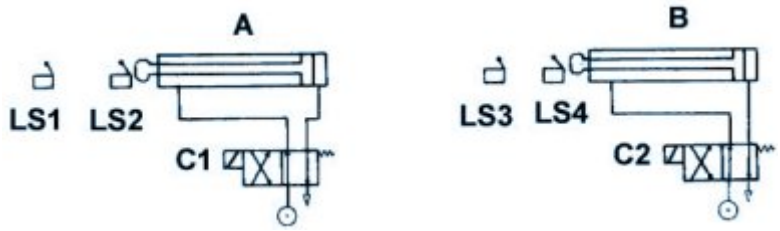
โปรแกรม Ladder สำหรับ PLC

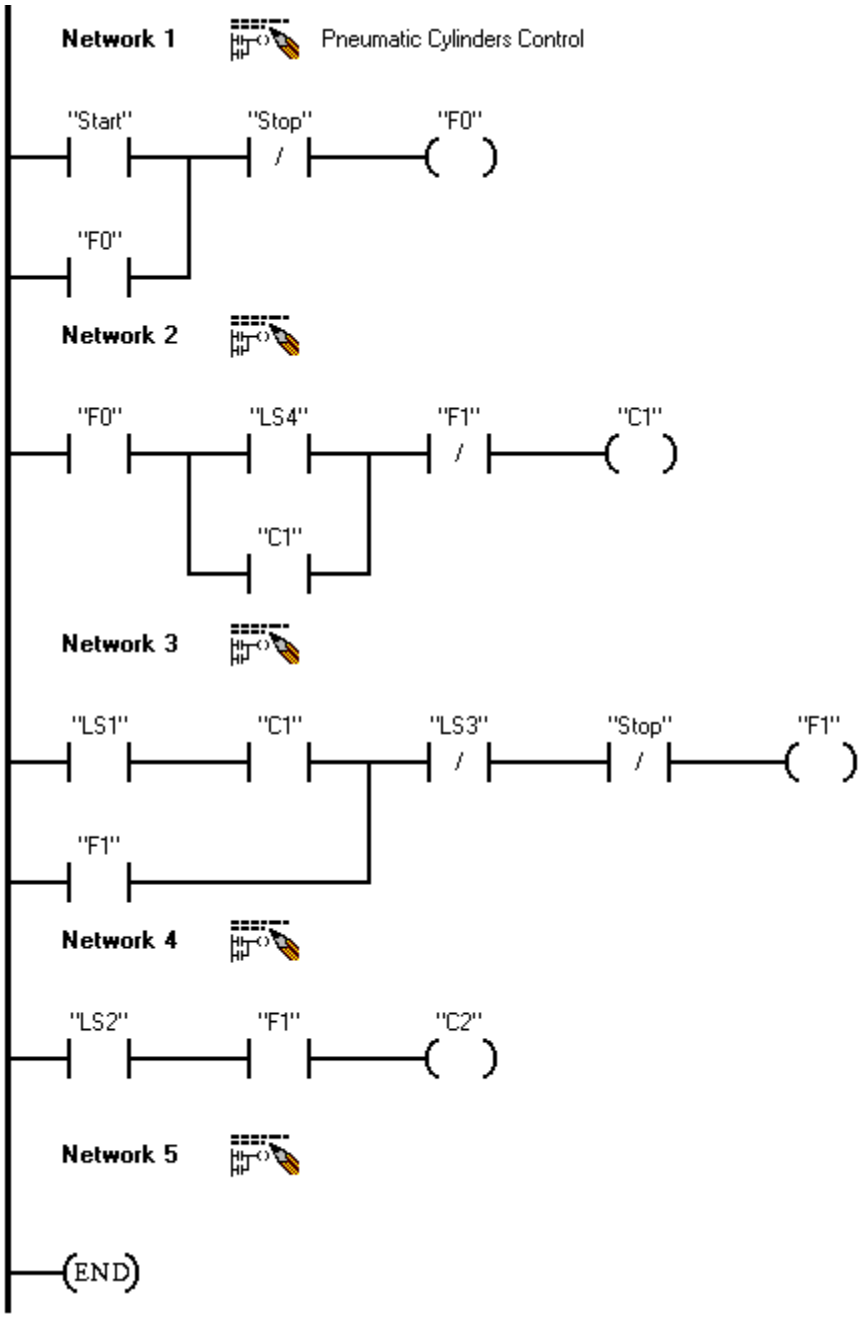


Symbol name	Address
Start	I0.3
LSW1	I0.2
LSW2	I0.1
LSW3	I0.0
A0	Q0.0
A1	Q0.1
B0	Q0.3
B1	Q0.2

8. จงอธิบายการทำงานของระบบนิวแมติกควบคุมด้วย PLC ที่แสดงอยู่ข้างล่าง

(20 คะแนน)





Symbol Name	Address
Start	I0.0
Stop	I0.1
LS1	I0.3
LS2	I0.4
LS3	I0.5
LS4	I0.6
F0	M0.0
C1	Q0.0
C2	Q0.1
F1	M0.1

การทำงานเป็นดังนี้

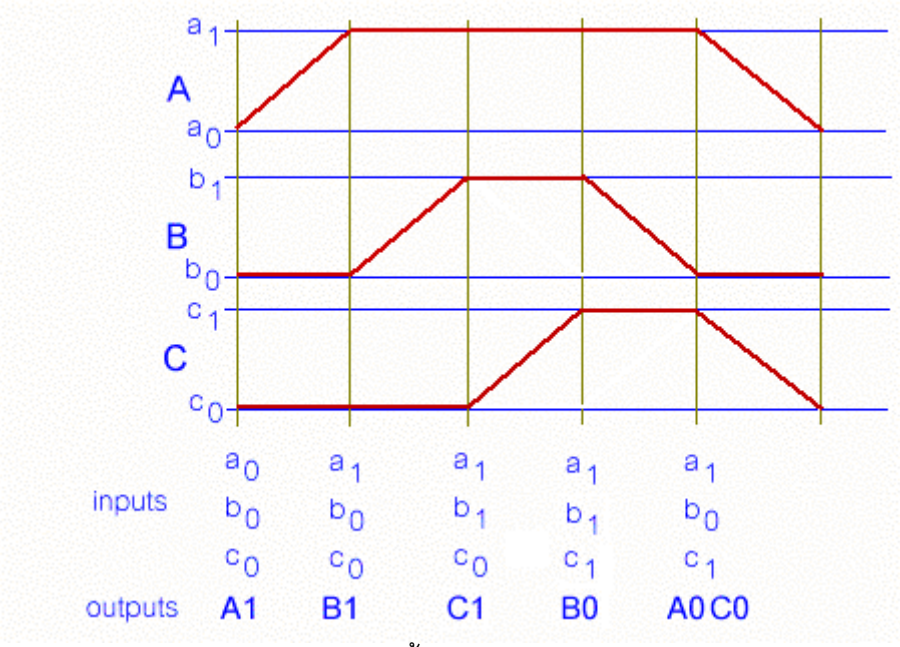
ก่อนเริ่มทำงาน limit switch LS2 และ LS4 ถูกกด มีสภาวะ ON ทั้งคู่

1. เมื่อกดปุ่ม start ทำให้ F0 ใน network 1 ON และจะ ON ค้างจนกว่าจะกด Stop เนื่องจากมี F0 ต่อเป็น latch circuit ที่ด้าน input ไว้ด้วย
2. network 2: F0 มีสภาวะ ON ทำให้ ไฟไหลผ่าน LS4 ที่ ON อยู่ด้วย ทำให้ C1 ON นั่นคือ solenoid valve C1 จะทำงานที่กรอบซ้าย อากาศไหลเข้าด้านหัวของกระบอกนิวแมติกตัวซ้าย ทำให้กระบอกซ้ายยืดออกจนสุด โดย limit switch LS2 ถูกปล่อย LS1 ถูกกดแทน สังเกตว่าใน network นี้ จะมีการ latch สัญญาณ C1 ไว้กับ LS4
3. network 3: ไฟไหลผ่าน LS1 ที่ ON และ C1 ที่ ON กับ not LS3 และ stop ที่ OFF ทั้งคู่ ทำให้ F1 มีสภาวะ ON และถูก latch ไว้
4. network 2: เมื่อ F1 มีสภาวะ ON และเดิม C1 ที่ถูก latch ไว้ จะ OFF ทันที
5. solenoid valve C1 ถูกยกเลิกสัญญาณกระตุ้น สปริงดันกลับให้ทำงานที่กรอบขวา อากาศไหลเข้าด้านก้านสูบของกระบอกนิวแมติกตัวซ้าย ทำให้กระบอกซ้ายหดกลับจนสุด โดย limit switch LS1 ถูกปล่อย LS2 ถูกกดแทน
6. network 4: เมื่อ LS2 และ F1 มีสภาวะ ON ทั้งคู่ ทำให้ C2 ON ด้วย นั่นคือ solenoid valve C2 จะทำงานที่กรอบซ้าย อากาศไหลเข้าด้านหัวของกระบอกนิวแมติกตัวขวา ทำให้กระบอกขวายืดออกจนสุด โดย limit switch LS4 ถูกปล่อย LS3 ถูกกดแทน
7. network 3: F1 มีสภาวะ ON และถูก latch ไว้ จะ OFF ทันทีที่ LS3 (หรือ stop) ถูกกด
8. network 4: เมื่อ F1 มีสภาวะ OFF ทำให้ C2 OFF ด้วย นั่นคือ solenoid valve C2 จะหมดสัญญาณกระตุ้น สปริงดันกลับให้ทำงานที่กรอบขวา อากาศไหลเข้าด้านก้านสูบของกระบอกนิวแมติกตัวขวา ทำให้กระบอกขวาหดกลับจนสุด โดย limit switch LS3 ถูกปล่อย LS4 ถูกกดแทน
9. ครบวัฏจักร แล้วจะทำงานซ้ำ จนกว่าจะกด stop

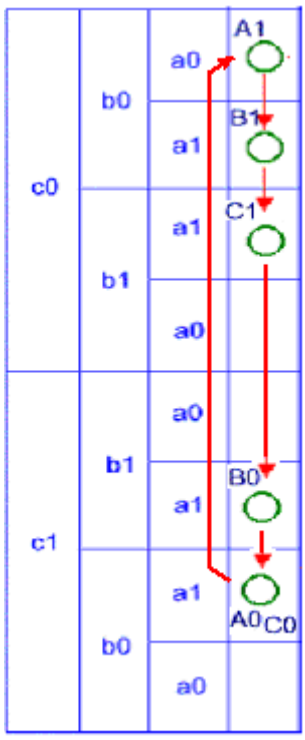
9. จงออกแบบวงจรนิวแมติกโดยวิธี Karnaugh-Veitch จากไดอะแกรมข้างล่าง ถึงระดับสมการเชิงตรรกะ (ถ้าแสดงวงจรจริงด้วยเพิ่มอีก 5 คะแนน)

ตอบ

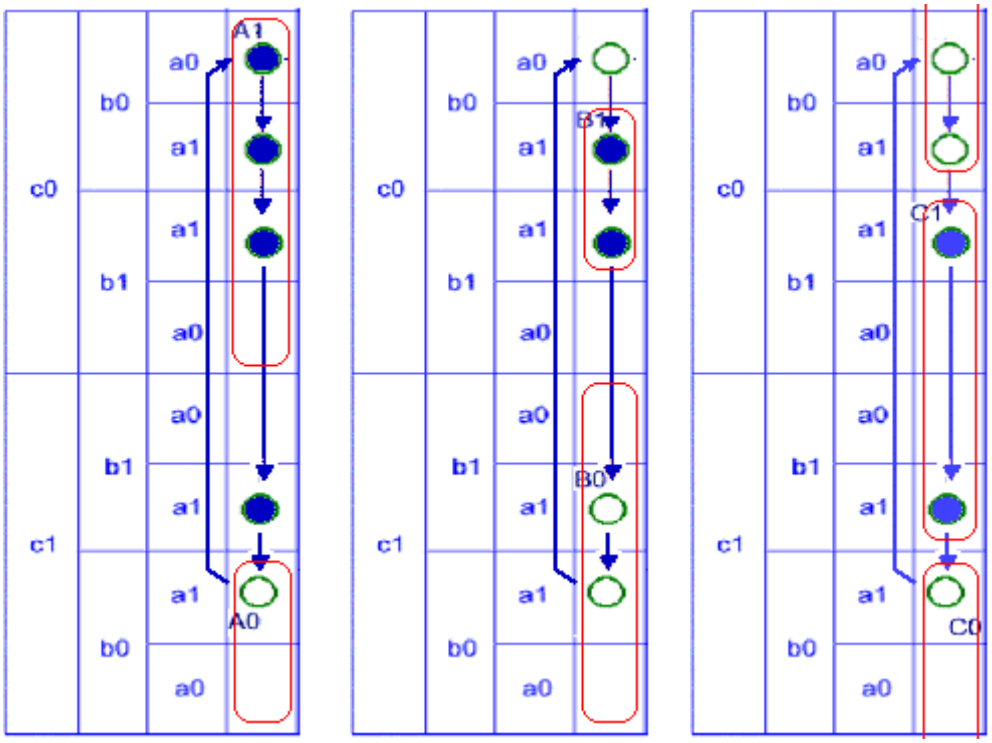
1. จาก traverse-time diagram หาค่า inputs จาก limit valves และ outputs สำหรับสั่ง main power valves ได้ดังนี้



2. สร้าง signal flow diagram ได้ดังนี้



3. สร้าง Karnaugh-Veitch Map สำหรับ main power ได้ดังนี้



Memory Valve A Memory Valve B Memory Valve C

4. เขียนสมการตรรกะ จาก Karnaugh-Veitch Map สำหรับเป็นสัญญาณบังคับ main power ได้ดังนี้

A1 = a0*b0*c0 + a1*b0*c0 +a1*b1*c0 +a0*b1*c0

A0 = a1*b0*c1 + a0*b0*c1

B1 = a1*b0*c0 + a1*b1*c0

B0 = a0*b1*c1 + a1*b1*c1 +a1*b0*c1 +a0*b0*c1

C1 = a1*b1*c0 + a0*b1*c0 +a0*b1*c1 +a1*b1*c1

C0 = a1*b0*c1 + a0*b0*c1 + a0*b0*c0 + a1*b0*c0

5. ลดรูปสมการ ลงเป็น

A1 = c0 = c0*START ..... เพิ่มปุ่มสัญญาณ START

A0 = b0*c1

B1 = a1*c0

B0 = c1

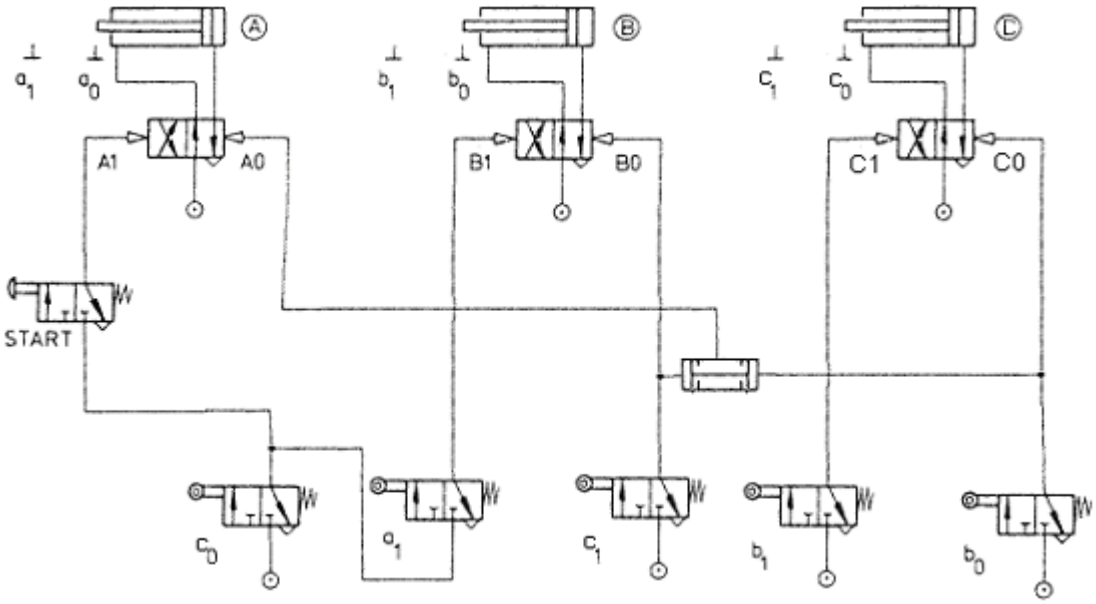
C1 = b1

C0 = b0

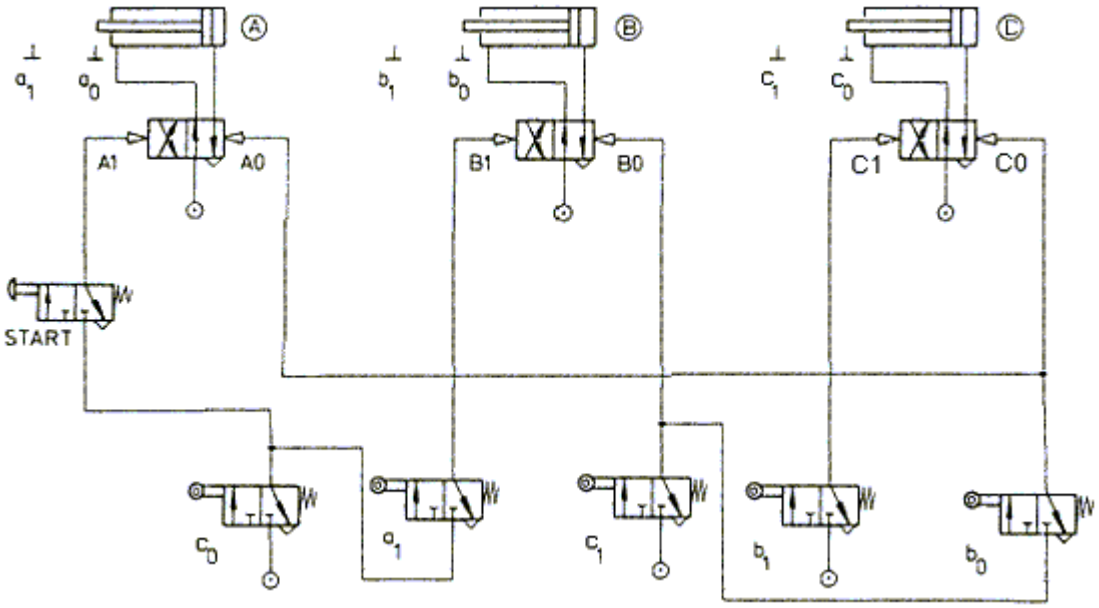
หรือ C0 = A0 = b0*c1

(เลือกใช้สัญญาณเดียวกับ A0 เนื่องจากเป็นจังหวะการทำงานเดียวกัน ทำให้สามารถลดอุปกรณ์ AND gate ที่ไม่จำเป็นลงได้ เปรียบเทียบวงจรทั้งสอง)

6. วงจรนิวแมติก สร้างจากสมการตรรกะ เป็นดังรูปข้างล่าง



หรือเมื่อเลือก C0 = A0 = b0*c1



สมาน เสนงาม

๑๐ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๖