แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 6

หัวข้อเนื้อหา

ชนิดของการควบคุมกระบอกสูบ
วงจรควบคุมแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง
ขั้นตอนการออกแบบ
วงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้าพื้นฐาน
การควบคุมกระบอกสูบให้ทำงานกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ
ระบบไฮดรอนิวแมติกส์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 6 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. เข้าใจและอธิบายถึงวิธีการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ได้
2. ลำดับขั้นตอนการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ได้
3. อธิบายการเขียนวงจรควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้าได้
4. อธิบายวิธีการทำงานร่วมกันระหว่างลมกับน้ำมันได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
   1.1 วิธีสอนแบบบรรยาย
   1.2 วิธีสอนแบบอภิปราย
   1.3 สอนแบบกลุ่มเพื่อทำกิจกรรม
   1.4 สอนแบบสาธิต
2. กิจกรรมการเรียนการสอน

   2.1 เอกสารประกอบการสอนรายวิชาประกอบการบรรยายในการออกแบบวงจรนิวแมติกส์ พร้อมวิธีการออกแบบวงจรที่ต้องใช้อุปกรณ์ที่จำเป็น

2.2 จัดกลุ่มอภิปรายหลักการทำงานของวงจรที่กลุ่มได้ออกแบบมาและเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ พร้อมต่อวงจรจากชุดสาธิตนิวแมติกส์

2.3 ผู้สอนได้สรุปแล้วสาธิตการต่อวงจรจากการออกแบบแต่ละกลุ่ม เพื่อเปรียบเทียบถึง ข้อดี-ข้อเสีย ความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานแล้วให้ผู้เรียนจัดทำรายงานส่ง

สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสาธิตนิวแมติกส์
2. เครื่องฉายภาพ 3 มิติ
3. เอกสารประกอบการสอน

การวัดผลและการประเมินผล

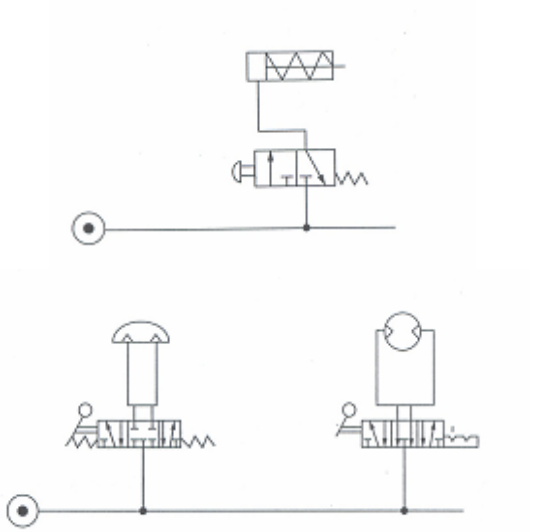
1. ใช้วิธีการสังเกตพร้อมบันทึกเป็นระยะ
   1.1 สังเกตขณะมีการเรียนการสอน
   1.2 สังเกตจากการถามตอบ
   1.3 สังเกตจากการทำกิจกรรมกลุ่ม
2. ใช้วิธีการตรวจดูผลงาน
   2.1 ตรวจจากการทำกิจกรรมกลุ่ม
   2.2 จากการทำรายงาน
   2.3 ตรวจแบบปฏิบัติการ 6 จากการต่อวงจร

บทที่ 6
การออกแบบวงจรนิวแมติกส์

การออกแบบวงจรจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐาน ลำดับการทำงานและข้อมูลระบบบังคับทางเทคนิค รวมถึงรายละเอียดที่มาก โดยพิจารณาลักษณะเงื่อนไขของงาน การออกแบบวงจรนั้นจะมีลักษณะของวงจรการทำงานที่มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ การนำไปใช้งานและต้องคำนึงถึงการประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งและยังต้องมีราคาถูก ความสะดวกสะบาย ความปลอดภัยในการใช้งานของเครื่องจักรนั้น ๆ ดังนั้นในการออกแบบวงจรให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานของเครื่องจักรจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้เกิดผลงานที่มีประสิทธิภาพอีกทั้งยังสามารถประหยัดราคาของอุปกรณ์ที่ใช้งานอีกด้วย

การออกแบบวงจรนิวแมติกส์ หมายถึง การทำอย่างไรก็ได้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน (actuators) สามารถทำงานได้บรรลุวัตถุประสงค์ อุปกรณ์ทำงานส่วนมากแล้วมักจะเป็นกระบอกสูบชนิดสองทิศทาง ส่วนวาล์วควบคุมก็มักจะเป็นวาล์วทำงานด้วยลมและวาล์วทำงานด้วยไฟฟ้า

จากการที่ได้ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ตลอดจนการเขียนแผนภาพแล้ว ซึ่งณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2547, หน้า 283) กล่าวว่า เราสามารถนำเอาพื้นฐานเหล่านั้นมาออกแบบวงจรการทำงานได้ตามความต้องการของเครื่องจักรเหล่านั้นได้ โดยอาศัยหลักการออกแบบด้วยวิธีต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 6.1



ก. วงจรควบคุมกระบอกสูบชนิดทิศทางเดียวด้วยวาล์ว 3/2 แบบมือกดกลับด้วยสปริง

ข. วงจรควบคุมกระบอกสูบแบบหมุนไป-มา (rotary actuator) ด้วยวาล์ว 5/3 แบบมือโยกชนิดสปริงดันกลับตำแหน่งกลาง ตำแหน่งกลางปิดหมดและการควบคุมมอเตอร์ลมด้วยวาล์ว 5/3 แบบมือโยก ค้างตำแหน่งได้ ตำแหน่งกลางเปิด

ภาพที่ 6.1 การออกแบบวงจรแบบง่าย
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 284)

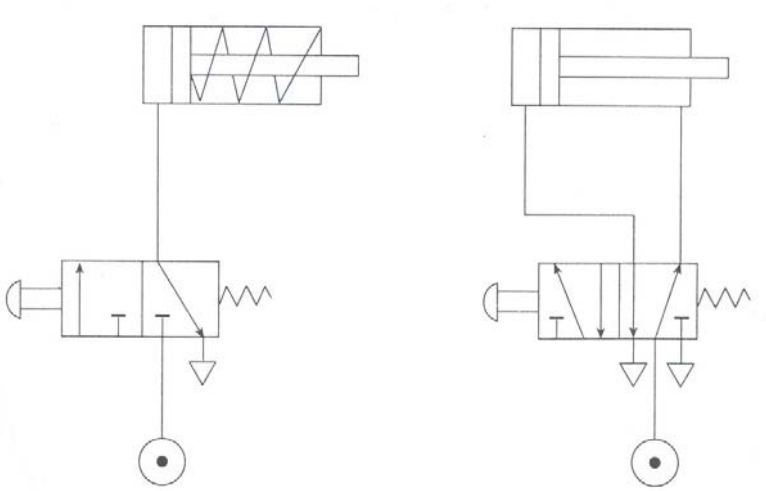
ชนิดของการควบคุมกระบอกสูบ

การควบคุมกระบอกสูบในระบบนิวแมติกส์ แบ่งการควบคุมออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. การควบคุมทางตรง (direct control)
2. การควบคุมทางอ้อม (indirect control)

1. การควบคุมทางตรง (direct control)

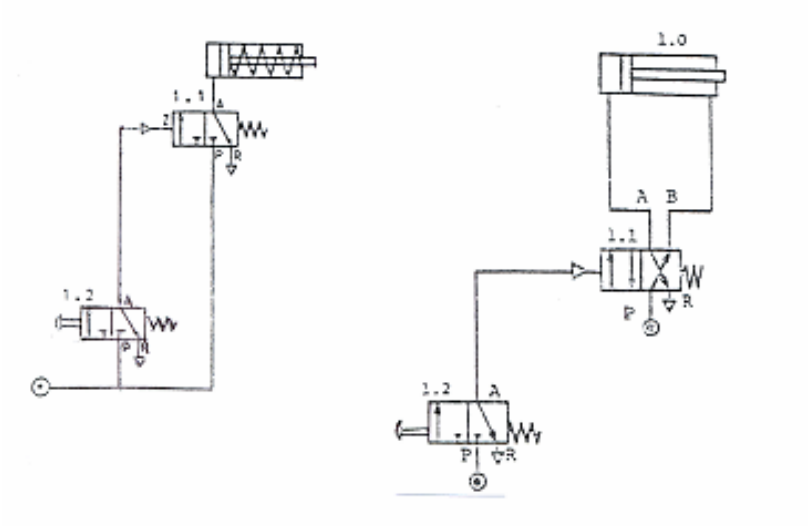
หมายถึง การบังคับให้กระบอกสูบทำงานได้โดยตรงด้วย วาล์วบังคับทิศทางเพียงตัวเดียวและเป็นสัญญาณเดี่ยว การควบคุมลักษณะนี้จะใช้ในกรณีที่ตำแหน่งการควบคุมอยู่ไม่ไกลจากกระบอกสูบมากนัก เพราะถ้าอยู่ไกลกันมาก ๆ จะทำให้แรงดันลมที่ไหลเข้ากระบอกสูบต่ำ เป็นผลทำให้แรงที่ปลายก้านสูบน้อยลงตามไปด้วย ดังแสดงในภาพที่ 6.2



ภาพที่ 6.2 แสดงการควบคุมกระบอกสูบทางตรง
ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 59)

2. การควบคุมทางอ้อม (indirect control)

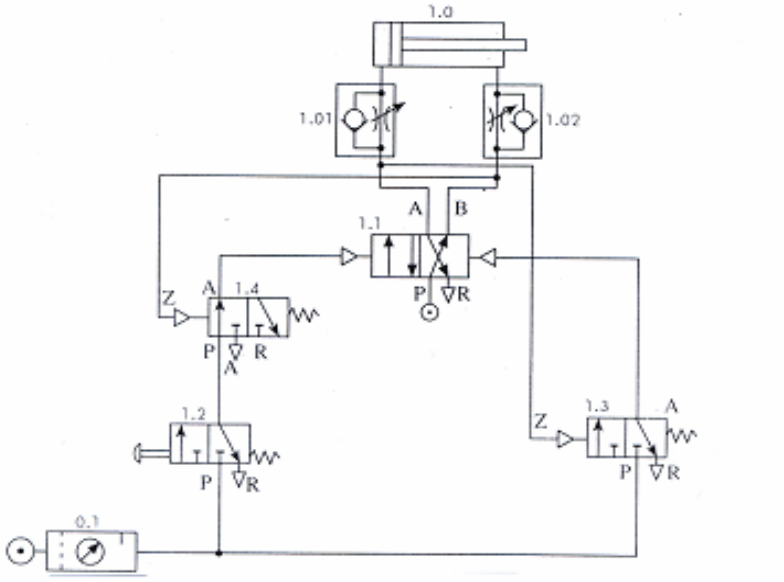
หมายถึง แรงดันลมที่ผ่านวาล์วควบคุมไม่ไหลเข้าไปยังกระบอกสูบโดยตรง แต่จะไหลเข้าไปยังเมนวาล์ว และใช้เมนวาล์วเป็นตัวจ่ายลมให้กับกระบอกสูบ ซึ่งวาล์วที่ควบคุมนี้สามารถใช้ขนาดเล็กเป็น ตัวป้อนสัญญาณให้ เรียกว่า pilot valve เพื่อจะได้เบาแรงในการบังคับ ดังแสดงในภาพที่ 6.3



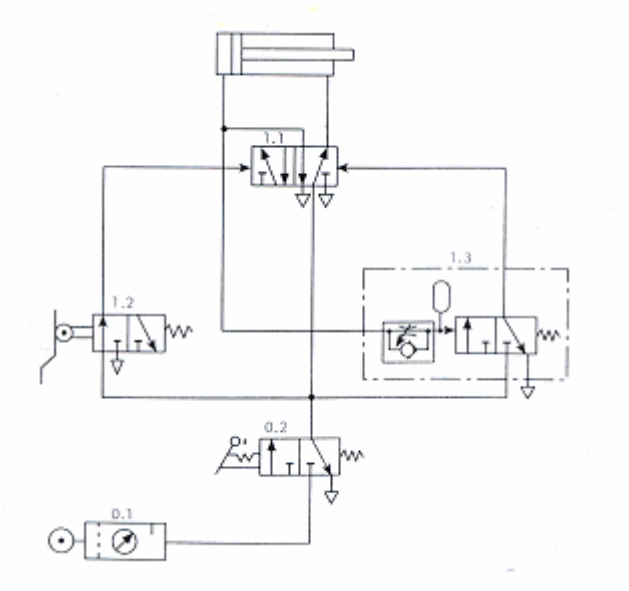
ภาพที่ 6.3 แสดงวงจรการบังคับทางอ้อม
ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 59)

วงจรควบคุมแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง

1. วงจรการทำงานแบบต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 6.4 และ 6.5

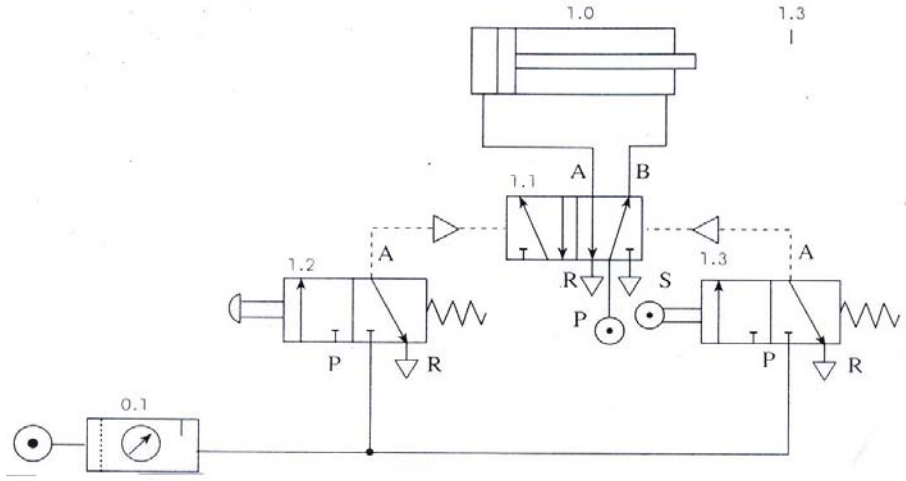


ภาพที่ 6.4 ตัวอย่างวงจรการทำงานแบบต่อเนื่อง โดยอาศัยทางกลับตามความกดดัน
ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 63)



ภาพที่ 6.5 วงจรการทำงานแบบต่อเนื่อง โดยใช้วาล์วหน่วงเวลา (time delay valve)
ที่มา (พรจิต ปทุมสุวรรณ, ม.ป.ป., หน้า 99)

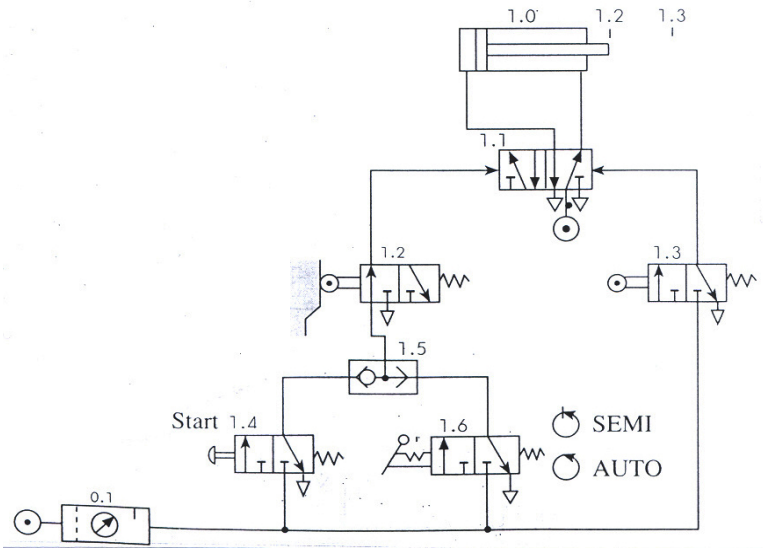
2. วงจรการทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 6.6



ภาพที่ 6.6 วงจรการทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง
ที่มา (ประวิตร ลิมปะวัฒนะ, 2540, หน้า 142)

การทำงานเมื่อกดวาล์ว 1.2 จะทำให้มีสัญญาณลมผ่านไปยังเมนวาล์ว 1.1 ทำให้กระบอกสูบ 1.0 เลื่อนออกไปกดวาล์ว 1.3 ทำให้สัญญาณเลื่อนเมนวาล์ว 1.1 กลับสู่สภาพเดิม กระบอกสูบจึงเคลื่อนที่กลับ

3. วงจรควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 6.7



ภาพที่ 6.7 วงจรควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ
ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 64)

การทำงานของวงจรภาพที่ 6.7 ส่วนต่าง ๆ จะเหมือนกันแบบกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติโดยวาล์ว 1.4 จะทำหน้าที่สตาร์ทการทำงานของกึ่งอัตโนมัติ (Semi auto) แต่ถ้าต้องการเป็นอัตโนมัติก็ให้โยกวาล์ว 1.6 ก็จะเดินต่อเนื่อง

ขั้นตอนการออกแบบวงจร

ในวงจรทำงานของระบบนิวแมติกส์ขึ้นอยู่กับการที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะจะทำให้เกิดผลของงานที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถประหยัดราคาอุปกรณ์ที่ใช้งานอีกด้วย ฉะนั้นการออกแบบวงจรในระบบนิวแมติกส์ ได้กำหนดเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกชนิดของกระบอกสูบให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยดูจากความเหมาะสมจากงานและอุปกรณ์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

ขั้นตอนที่ 2 เลือกขนาดของกระบอกสูบและระยะชัก โดยหาได้จากสูตรหรือกราฟในบทที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 เลือกชนิดของเมนวาล์ว และขนาดของวาล์ว โดยดูลักษณะของงาน เช่น ทางต่อลม ตำแหน่งของวาล์ว การเลื่อนเปลี่ยนการทำงานของวาล์วและชนิดของกระบอกสูบ (ดูได้จากบทที่ 3 และ 4)

ขั้นตอนที่ 4 เลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็วและชนิดของการควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความต้องการของการใช้งาน เช่น ถ้าต้องการกระบอกสูบเคลื่อนที่เร็ว ก็เลือกใช้วาล์วเร่งระบาย (quick exhaust valve) หรือต้องการเคลื่อนที่ช้าก็ใช้วาล์วหลี่ (flow control valve) เข้าควบคุม

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดขั้นตอนการทำงานและกำหนดตำแหน่งของวาล์วควบคุม โดยเริ่มจากการเขียนแผนภาพลำดับการทำงาน (alphabetic diagram)

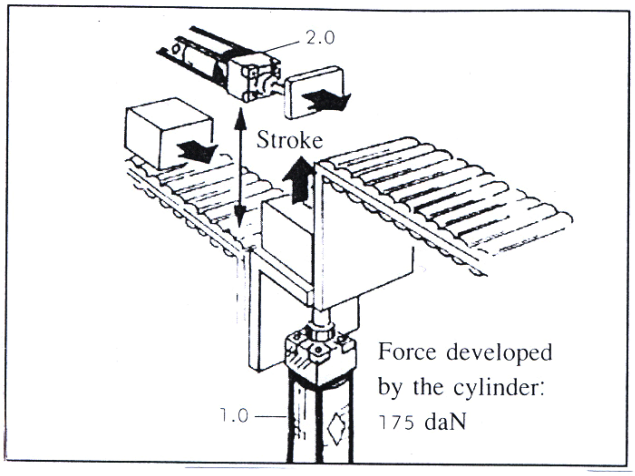
ขั้นตอนที่ 6 เขียนแผนภาพการไหลลำดับการทำงาน (alphabetic with signal flow diagram) และแผนภาพขั้นตอนการทำงาน (motion-Step diagram)

ขั้นตอนที่ 7 เขียนวงจรควบคุมการทำงาน โดยดูจาก motion-step diagram ให้สังเกตสัญญาณวาล์วควบคุม ถ้าไม่เกิดขึ้นพร้อมกันก็ใช้วาล์วลูกกลิ้งแบบกดสองทางได้ แต่ถ้าสัญญาณวาล์วควบคุมเกิดขึ้นพร้อมกันจะใช้วาล์วลูกกลิ้งกดทางเดียว

ขั้นตอนที่ 8 เพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษ (ถ้ามี) ลงในวงจร เพื่อให้วงจรสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น มีอุปกรณ์สตาร์ท มีสวิทซ์สั่งงานอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ มีอุปกรณ์วาล์วฉุกเฉิน เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบและต่อวงจรจากอุปกรณ์จริง

จากภาพที่ 6.8 ให้ออกแบบวงจรควบคุมแบบต่อเนื่อง โดยใช้ระบบนิวแมติกส์



ภาพที่ 6.8 วงจรควบคุมแบบต่อเนื่อง

ที่มา (ธนะรัตน์ แต้วัฒนา, 2541, หน้า 66)

ตัวอย่างที่ 6.1 จงออกแบบวงจรควบคุมกึ่งอัตโนมัติและแบบอัตโนมัติ

วิธีทำ

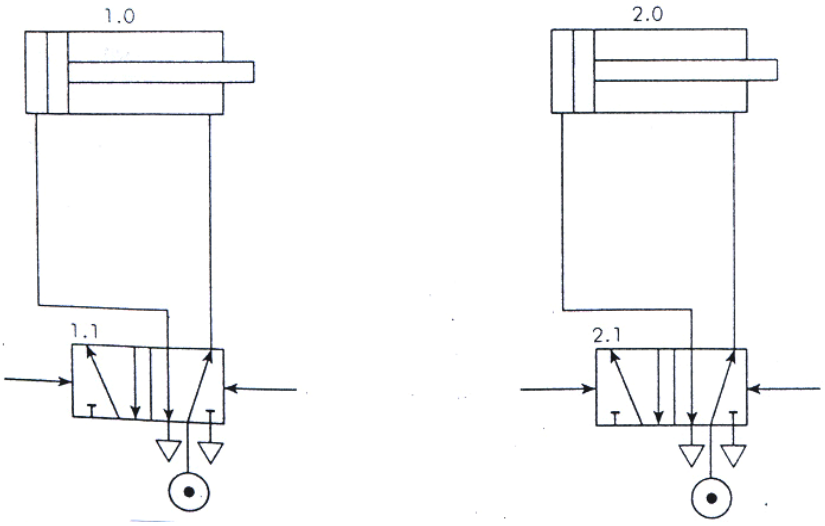
จากขั้นตอนการออกแบบวงจรสามารถลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เลือกชนิดของกระบอกสูบ

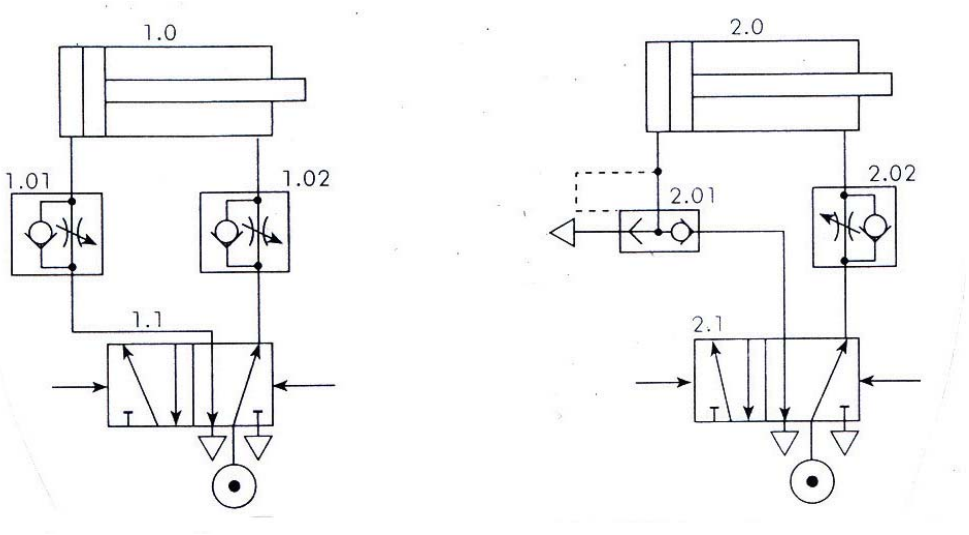
เลือกใช้กระบอกสูบทำงานสองทาง (double acting cylinder) ทั้งสองตัวเพราะต้องใช้แรงมากและระยะชักยาวมากเกินกว่าที่จะเลือกใช้กระบอกสูบทิศทางเดียว

ขั้นตอนที่ 2 เลือกขนาดกระบอกสูบใช้สูตรและกราฟในบทที่ 3

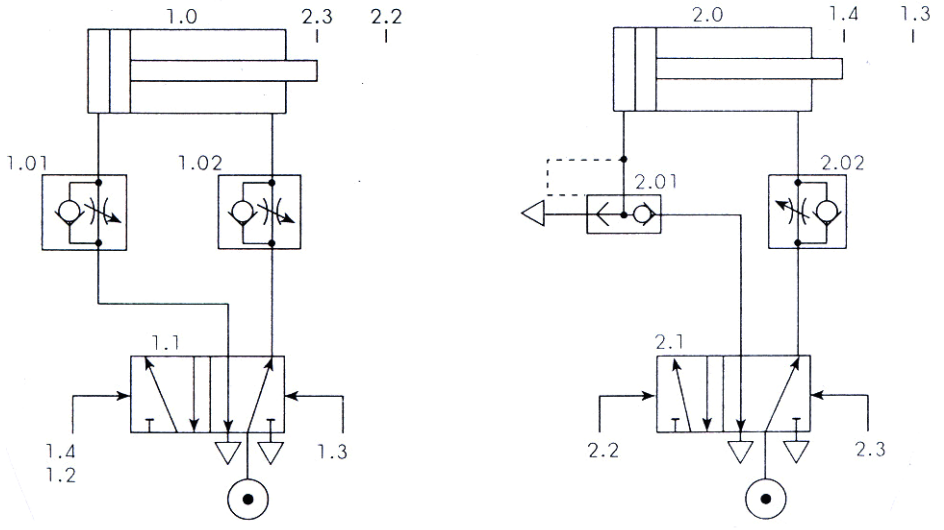
ขั้นตอนที่ 3 เลือกชนิดของวาล์ว ในที่นี้เลือกใช้วาล์ว 5/2 เลื่อนด้วยลมทั้งสองด้านเพราะต้องการทำงานแบบค้างตำแหน่ง



ขั้นตอนที่ 4 เลือกอุปกรณ์ควบคุมความเร็ว โดยใช้วาล์วหรี่ควบคุมทางเดียว ทั้งการเคลื่อนที่เข้าและเคลื่อนที่ออกของกระบอกสูบตัวที่ 1.0 ส่วนกระบอกสูบตัวที่ 2.0 เคลื่อนที่ออกถูกควบคุมความเร็ว ส่วนเคลื่อนที่เข้ากลับอย่างรวดเร็ว โดยใช้วาล์วเร่งระบาย

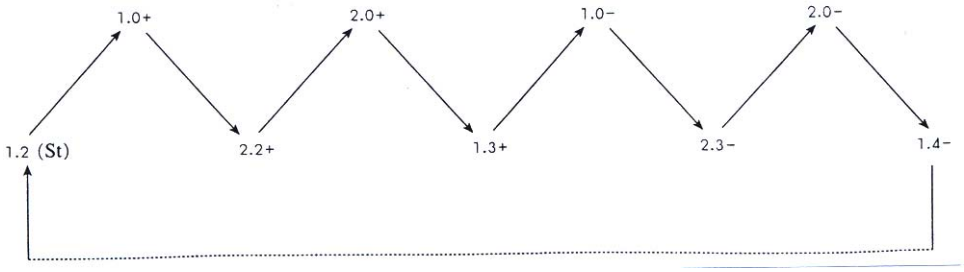


ขั้นตอนที่ 5 กำหนดขั้นตอนการทำงานเป็น alphabetic diagram (เป็นการใช้อักษรภาษาอังกฤษหรือตัวเลขที่มีจุดทศนิยมเป็นศูนย์ผสมกับเครื่องหมาย + และ - เช่น A+, B+, A-, B- หรือ 1.0 +, 2.0+, 1.0-, 2.0-)

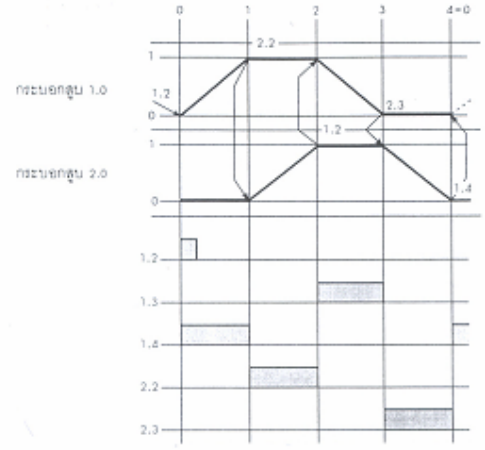


ขั้นตอนที่ 6 เขียน alphabetic with signal flow และ motion step diagram (แสดงขั้นตอนการทำงานของก้านสูบโดยใช้ตัวอักษรผสมกับเครื่องหมาย + และ - พร้อมทั้งโยงลูกศรแสดงสัญญาณของวาล์วควบคุมทิศทางและการแสดงขั้นตอนการทำงานโดยใช้แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของก้านสูบกับจังหวะในการทำงาน)

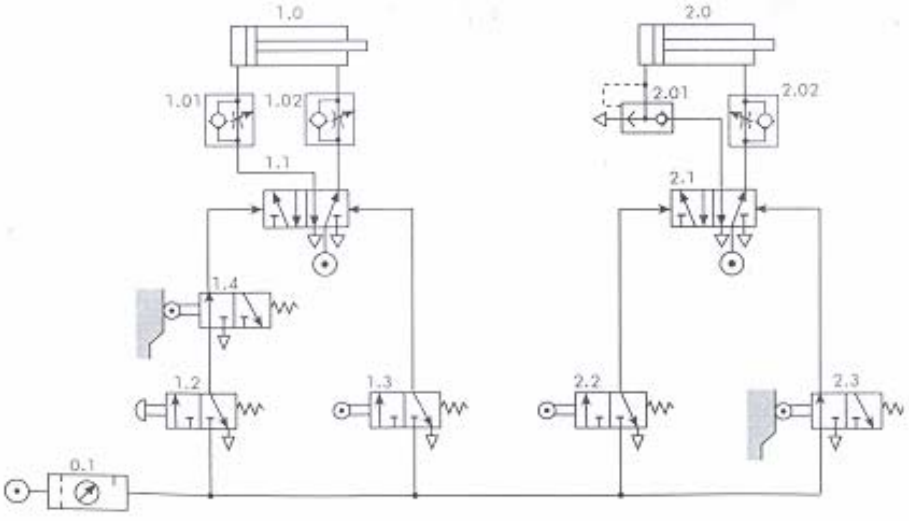
Alphabetic with signal flow diagram



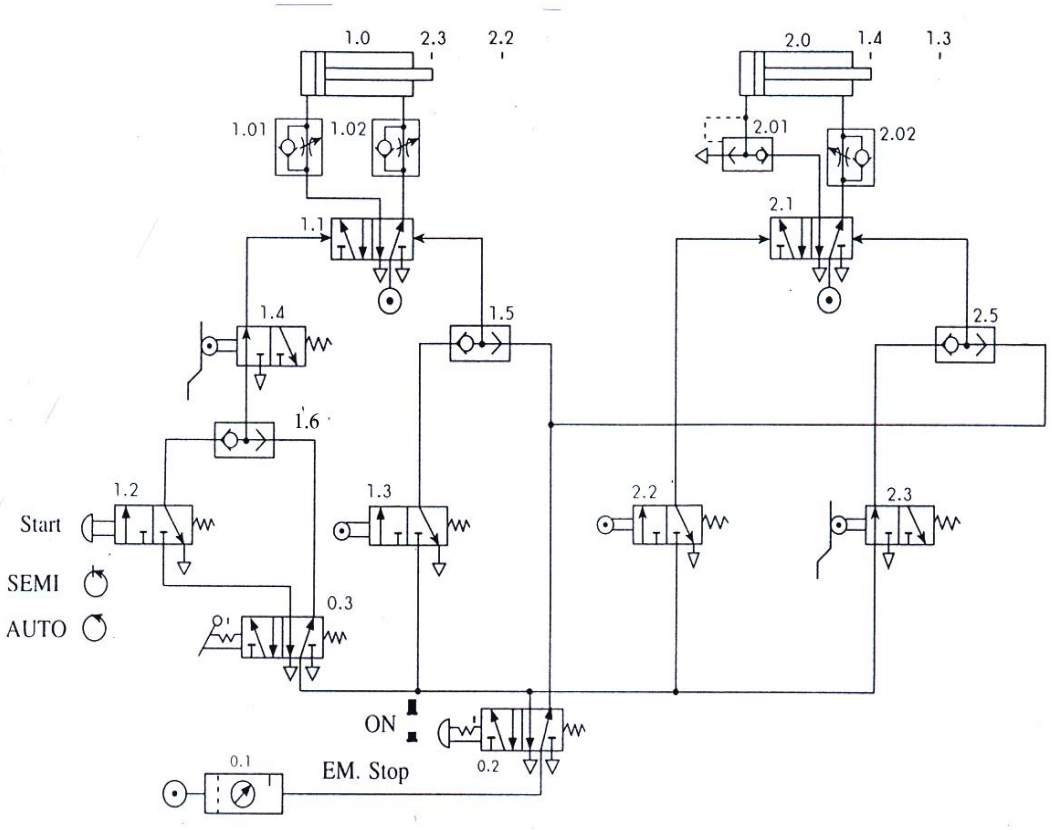
Motion - Step diagram



ขั้นตอนที่ 7 เขียนวงจรควบคุมการทำงาน



ขั้นตอนที่ 8 เป็นเงื่อนไขที่เพิ่มเติมขึ้นมาเพื่อให้วงจรมีความพิเศษขึ้นมา จากการทำงานทั้ง 7 ขั้นตอนจะมีวาล์ว 1.2 (3/2) ที่ทำหน้าที่เป็นตัวสตาร์ทในวงจรทุกครั้งที่มีการเริ่มต้นของวงจรใหม่ ดังนั้นเพื่อเป็นการให้วงจรมีความสมบูรณ์มากขึ้นจึงมีการเพิ่มวาล์วควบคุมให้เป็นอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ พร้อมเพิ่มวงจรหยุดฉุกเฉิน โดยนำเอาการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับการออกแบบมาประกอบการออกแบบ



การออกแบบวงจรและเพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษลงในขั้นตอนที่ 8 ซึ่งจะทำให้วงจรมีความสมบูรณ์ขึ้น เช่น เพิ่มวาล์ว 1.6 จะทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ควบคุมให้เกิดการทำงานแบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ ส่วนวาล์ว 0.2 (5/2) เข้าไปจะทำหน้าที่เป็นสวิทซ์ปิด – เปิดลมอัดเข้าในวงจรควบคุม และยังทำหน้าที่เป็นสวิทซ์หยุดฉุกเฉิน โดยใช้ร่วมกับวาล์ว 1.5 และ 2.5 (วาล์วลมเดียว) แต่ถ้าเกิดอุบัติเหตุสามารถกดวาล์ว 0.2 ได้ จะทำให้วงจรถูกตัดลมจะถูกระบายทิ้ง ทำให้วาล์ว 1.1 และ 2.1 (5/2) เลื่อนกลับพร้อมลูกสูบ 1.0 และ 2.0 เคลื่อนที่กลับด้วย

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการทำงานของวงจรที่ทำการออกแบบโดยการต่อวงจรจากชุดสาธิตนิวแมติกส์

วงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้าพื้นฐาน

ในระบบนิวแมติกส์ อุปกรณ์ที่ควบคุมกระบอกสูบและมอเตอร์ลมให้ทำงานตามต้องการ คือ วาล์ว การเลื่อนวาล์วนั้นสามารถทำได้หลายวิธี คือ เลื่อนวาล์วโดยใช้มือ กล้ามเนื้อ กลไก และเลื่อนด้วยไฟฟ้า หรือเลื่อนด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมนูญ ชื่นชม (2544, หน้า 94-95) กล่าวว่า ระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้าเป็นการใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ กล่าวคือ การควบคุมอุปกรณ์ทำงานที่ต้องใช้วาล์วเลื่อนโดยไฟฟ้า หรือวาล์วเลื่อนด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า และระบบควบคุมอื่น ๆ เป็นระบบไฟฟ้าเช่นกัน ยกเว้นอุปกรณ์ทำงานคือ กระบอกสูบ มอเตอร์ลม และอุปกรณ์ควบคุมลมที่เป็นระบบลมอัด

การเขียนวงจรควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า

ในการเขียนวงจรนิวแมติกส์ไฟฟ้าจะต้องมีมาตรฐานการเขียนรหัสให้ถูกต้องและมีความเข้าใจตรงกัน เพื่อสะดวกในการอ่านและออกแบบวงจร ซึ่งฐิฑารีย์ ถมยา (2546, หน้า 321-325) กล่าวว่า การเขียนวงจรควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้าสามารถเขียนแยกเป็น 2 ระบบ คือ

1. ระบบนิวแมติกส์หรือวงจรกำลัง

ประกอบด้วยอุปกรณ์ทำงานคือ กระบอกสูบหรือมอเตอร์ลม วาล์วควบคุมความเร็ว เช่น วาล์วควบคุมอัตราการไหล วาล์วปรับอัตราการไหลทางเดียว วาล์วคายไอเสียเร็ว และวาล์วควบคุมทิศทางทำงานด้วยไฟฟ้า

2. ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้าหรือวงจรควบคุม

ประกอบด้วยวงจรไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าของวาล์ว สวิทซ์ รีเลย์ วงจรควบคุมมี 2 วิธี คือ วงจรควบคุมโดยทางตรง และวงจรควบคุมโดยทางอ้อม

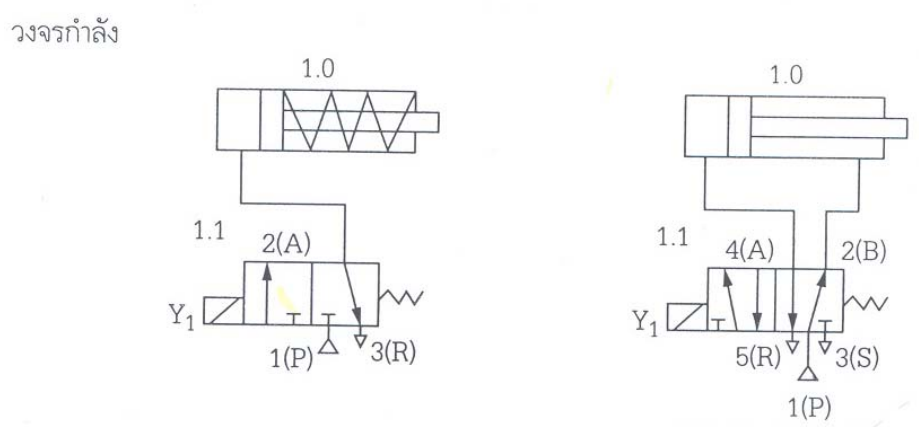
2.1 วงจรควบคุมโดยทางตรง

วงจรควบคุมโดยทางตรงเป็นการควบคุมการทำงานโดยผ่านขดลวดของวาล์วเพียงอย่างเดียวที่ไม่มีอุปกรณ์ช่วย ซึ่งประกอบด้วย

2.1.1 วงจรกำลัง เช่น กระบอกสูบ หรือมอเตอร์ลม วาล์วเลื่อนลิ้นด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นต้น

2.1.2 วงจรควบคุม เช่น ระบบไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ สวิทซ์ ลิมิตสวิทซ์ อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าของวาล์ว สวิทซ์ความดัน เป็นต้น

วงจรที่ 6.1 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้วาล์วเลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เลื่อนลิ้นกลับด้วยสปริง ดังแสดงในภาพที่ 6.9



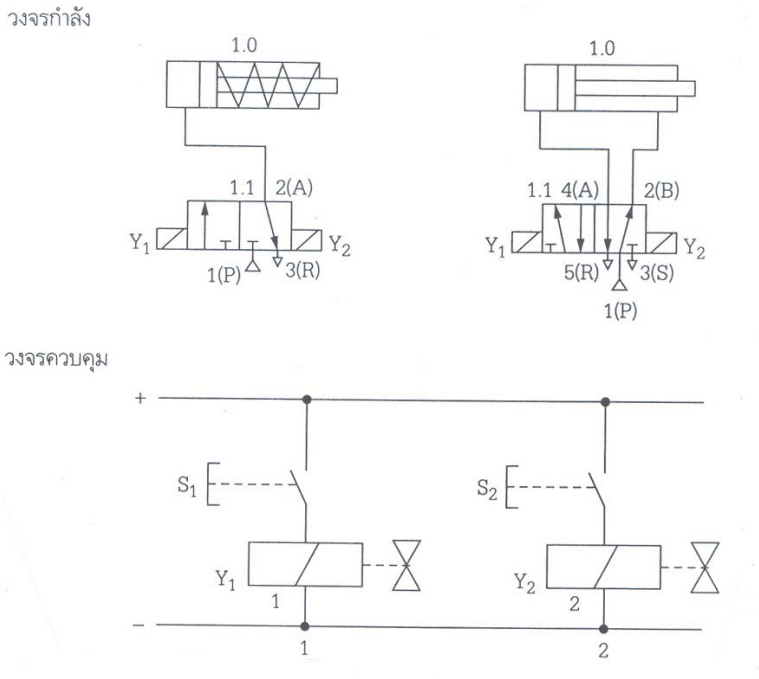
ภาพที่ 6.9 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้วาล์วเลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เลื่อนลิ้นกลับด้วยสปริง

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 322)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.9 เมื่อกดสวิทซ์ S_1 จะมีกระแสไหลผ่านขดลวด Y_1 ทำให้ขดลวดมีอำนาจแม่เหล็กเอาชนะแรงสปริงเลื่อนวาล์วให้แรงดันลมจาก 1(P) ไป 2(A) และ 4(A) เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออก และเมื่อปล่อยสวิทซ์ S_1 สวิทซ์จะตัดวงจรไม่ให้กระแสไหลผ่านขดลวด Y_1 ขดลวดจะหมดสภาพการเป็นแม่เหล็ก สปริงจะดันให้ วาล์ว 3/2 กลับสู่สภาพเดิม เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า

วงจรที่ 6.2 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้วาล์วเลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เลื่อนลิ้นกลับด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 6.10



ภาพที่ 6.10 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้วาล์วเลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เลื่อนลิ้นกลับด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 323)

หลักการทำงาน

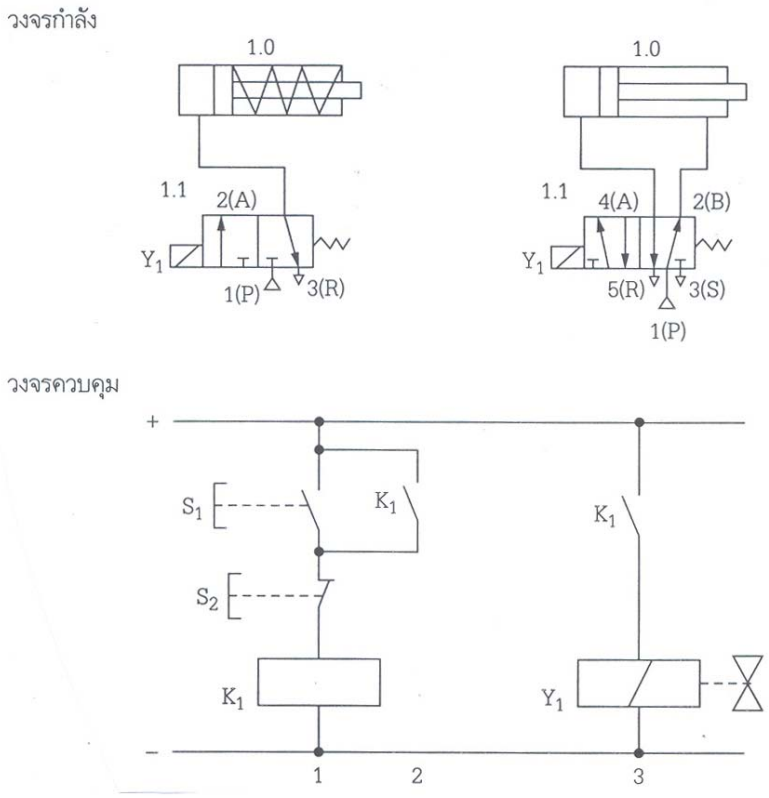
จากภาพที่ 6.10 เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_1 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 เกิดอำนาจแม่เหล็ก เลื่อนวาล์ว 3/2 ทำให้ลมไหลจาก 1(P) ไป 2(A) 4(A) เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออก เมื่อปล่อยมือจะไม่มีกระแสไหลผ่านสวิทซ์ S_1 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 หมดอำนาจแม่เหล็กแต่ลูกสูบยังคงค้างตำแหน่ง เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_2 ลูกสูบจะเคลื่อนที่เข้า

2.2 วงจรควบคุมโดยทางอ้อม

วงจรควบคุมโดยทางอ้อมประกอบด้วยวงจรกำลังและวงจรควบคุม แต่วงจรควบคุมทำงานโดยมีอุปกรณ์อื่น ๆ มาช่วย เช่น รีเลย์ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าน้อย ๆ เพื่อช่วยควบคุม

ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าของวาล์ว และใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ไปควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้กระแสสูงกว่าได้ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมระยะไกลได้ และใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์มาควบคุมได้

วงจรที่ 6.3 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้รีเลย์ช่วย ดังแสดงในภาพที่ 6.11

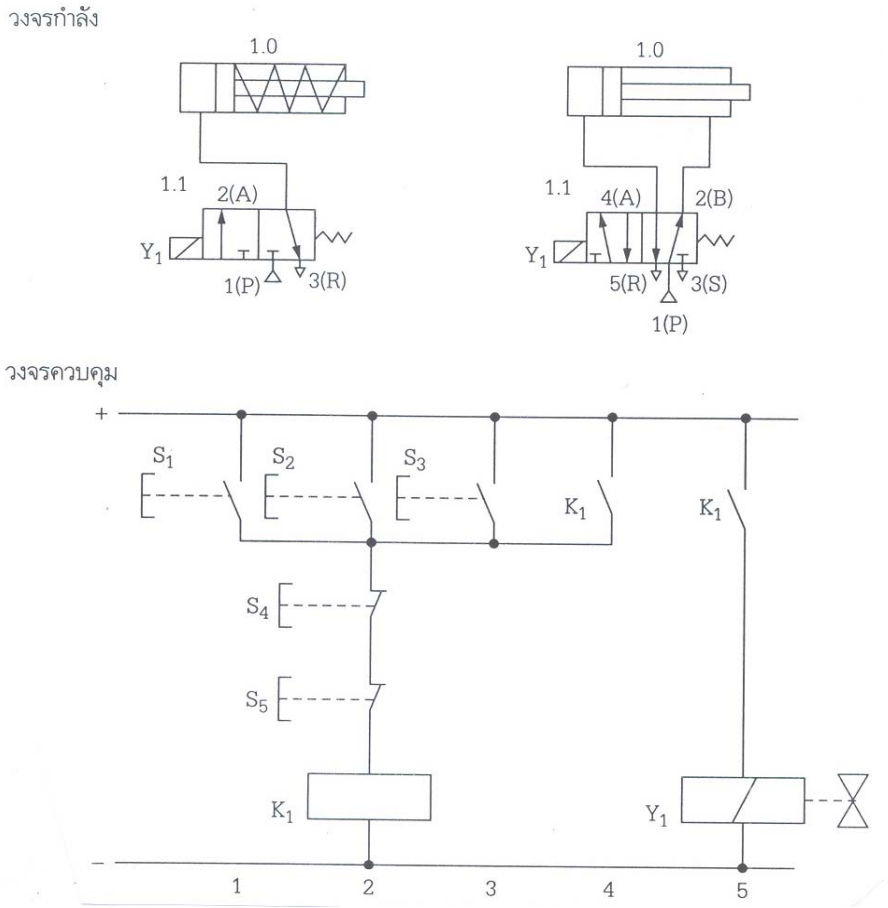


ภาพที่ 6.11 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้รีเลย์ช่วย
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 105)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.11 เมื่อกดสวิทซ์ S_1 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดรีเลย์ K_1 เมื่อรีเลย์ K_1 ทำงาน หน้าสัมผัส K_1 จะต่อวงจรให้กระแสไปที่ขดลวด Y_1 ขดลวดจะมีอำนาจแม่เหล็กเอาชนะแรงสปริงเลื่อนวาล์ว 1(P) ไป 2(A) และ 1(P) ไป 4(A) และยังค้างตำแหน่งเมื่อกดสวิทซ์ S_2 เป็นการตัดวงจรไม่ให้กระแสไหลผ่านขดลวดรีเลย์ K_1 จึงหยุดทำงานทำให้อำนาจแม่เหล็ก หน้าสัมผัส K_1 ตัดวงจรการทำงานของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 ก็หมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงจะเลื่อนลิ้นให้กลับสู่ตำแหน่งปกติลูกสูบจึงเคลื่อนที่กลับ

วงจรที่ 6.4 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้สวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิดทำงานได้หลายจุด ดังแสดงในภาพที่ 6.12



ภาพที่ 6.12 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้สวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิดทำงานได้หลายจุด
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 325)

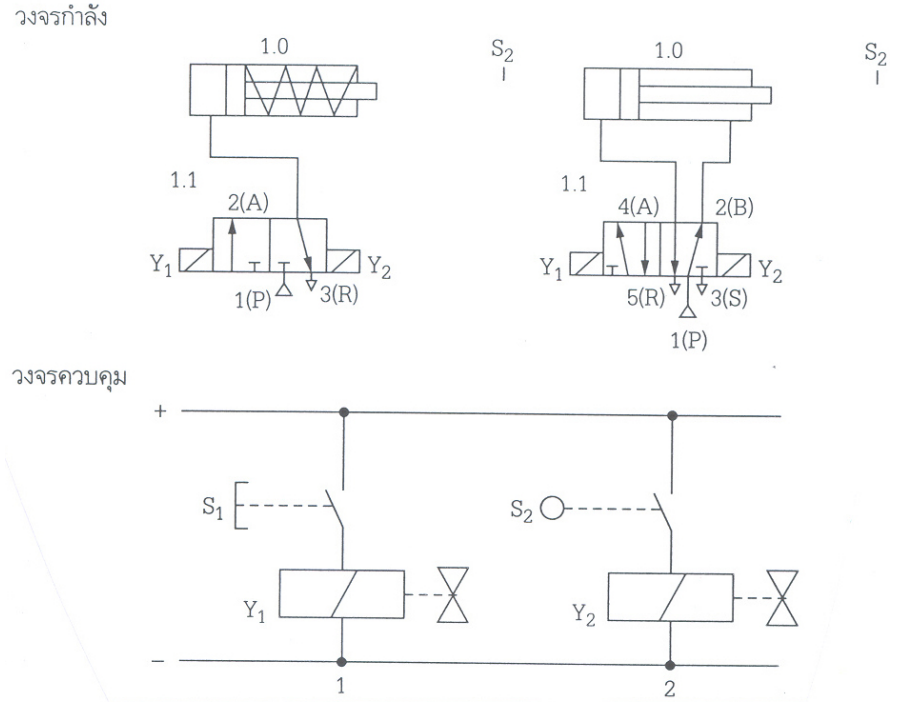
หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.12 เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_1 หรือ S_2 หรือ S_3 ตัวใดก็ได้ กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านผ่านสวิทซ์ปุ่มกดปกติปิด S_4, S_5 และขดลวดรีเลย์ K_1 ทำงาน สร้างอำนาจแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสติดกัน ล็อกการทำงานของตนเองและต่อวงจร ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 เกิดอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นของวาล์ว ทำให้ลมไหลผ่าน 1(P) ไป 2(A)[4(A)] ลูกสูบเคลื่อนที่ออกและค้างตำแหน่ง เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติปิด S_4 หรือ S_5 ตัวใดก็ได้ ทำให้ขดลวดรีเลย์ K_1 หยุดทำงาน ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 หมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงจะเลื่อนลิ้นของวาล์วกลับตำแหน่งปกติ ลูกสูบเคลื่อนที่กลับ

การควบคุมกระบอกสูบให้ทำงานกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ

การควบคุมกระบอกสูบให้ทำงานกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ โดยใช้ลิมิตสวิทซ์ รีเลย์ตั้งเวลา สวิทซ์ความดัน สวิทซ์ปุ่มกด สวิทซ์กดค้างตำแหน่ง อุปกรณ์ตรวจจับหรือเซ็นเซอร์ เป็นต้น การควบคุมให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่กลับกึ่งอัตโนมัติเมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดด้วยมือเพียงครั้งเดียว แต่เมื่อใช้สวิทซ์กดค้างตำแหน่งจะทำให้กระบอกสูบทำงานโดยอัตโนมัติ

วงจรที่ 6.5 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์ให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ (วงจรควบคุมโดยทางตรง) ดังแสดงในภาพที่ 6.13

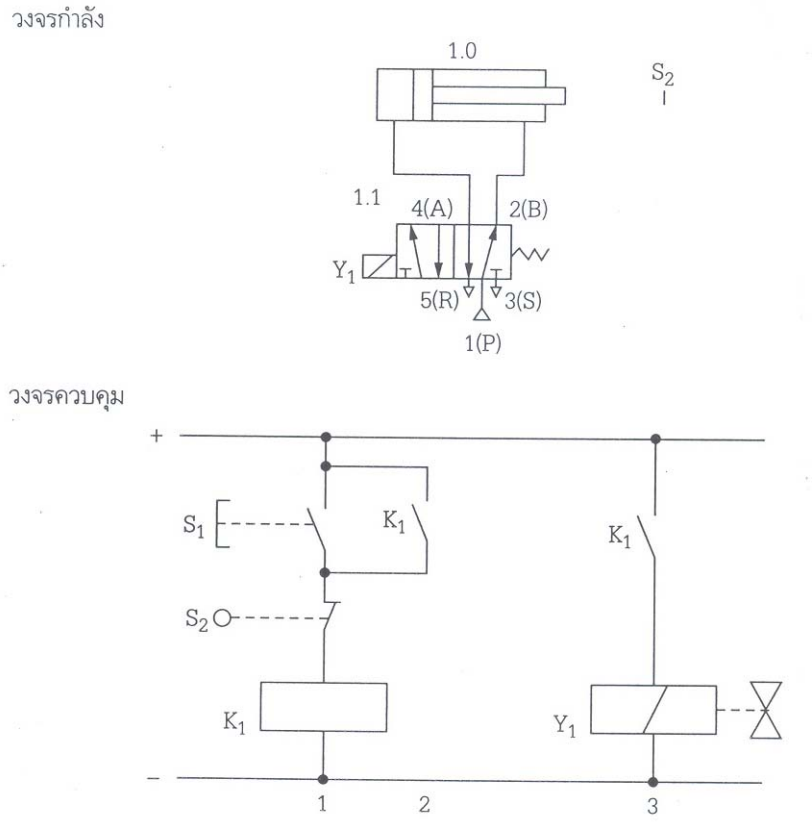


ภาพที่ 6.13 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์ให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 326)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.13 เมื่อกดสวิทซ์ S_1 กระแสไฟไหลผ่านขดลวด Y_1 ขดลวดจะมีอำนาจแม่เหล็กเลื่อนวาล์วควบคุม 1.1 ไปทางขวามือ (ค้างตำแหน่ง) เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกจนสุด ก้านสูบจะไปกดลิมิตสวิทซ์ S_2 ต่อวงจรให้มีกระแสไหลผ่านขดลวดไฟฟ้าวาล์ว Y_2 ของลวดจะมีอำนาจแม่เหล็กเลื่อนวาล์ว 1.1 กลับสู่สภาพเดิม เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า และถ้าต้องการให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ออกก็จะต้องกดสวิทซ์ S_1 อีกครั้งหนึ่ง

วงจรที่ 6.6 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์และรีเลย์ช่วยให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 6.14

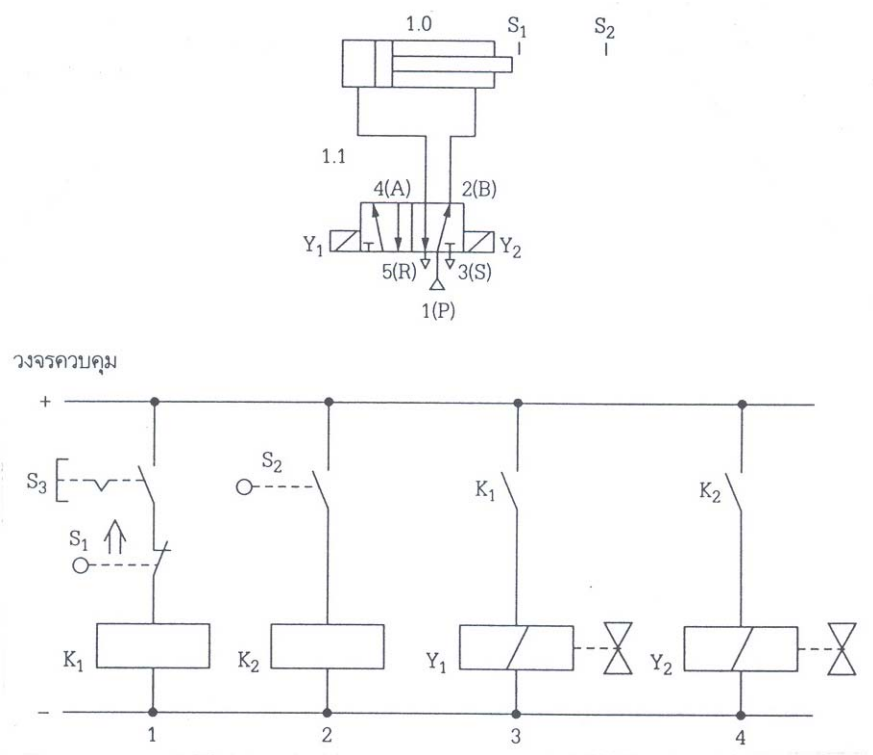


ภาพที่ 6.14 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์และรีเลย์ช่วยให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 113)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.14 เมื่อกดสวิทซ์ S_1 จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านรีเลย์ K_1 หน้าสัมผัส K_1 จะต่อวงจรล็อคการทำงานของตัวเอง และต่อวงจรให้กระแสไฟผ่านขดลวด Y_1 ขดลวดจะมีอำนาจแม่เหล็กเอาชนะแรงสปริงเลื่อนวาล์ว 1.1 และค้างตำแหน่ง เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกจนสุด ก้านสูบจะไปกดลิมิตสวิทซ์ S_2 สวิทซ์จะตัดวงจรไม่ให้มีกระแสไหลผ่านรีเลย์ช่วย K_1 หน้าสัมผัส K_1 จะกลับสู่สภาพเดิมตัดวงจรการทำงานของรีเลย์ช่วย K_1 กระแสไฟ Y_1 เมื่อกระแสไฟหมดสภาพการเป็นแม่เหล็กสปริงจะเลื่อนวาล์ว 1.1 ให้กลับสู่สภาพเดิม กระบอกสูบจึงเคลื่อนที่เข้า

วงจรที่ 6.7 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์และรีเลย์ช่วยให้ทำงานแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 6.15



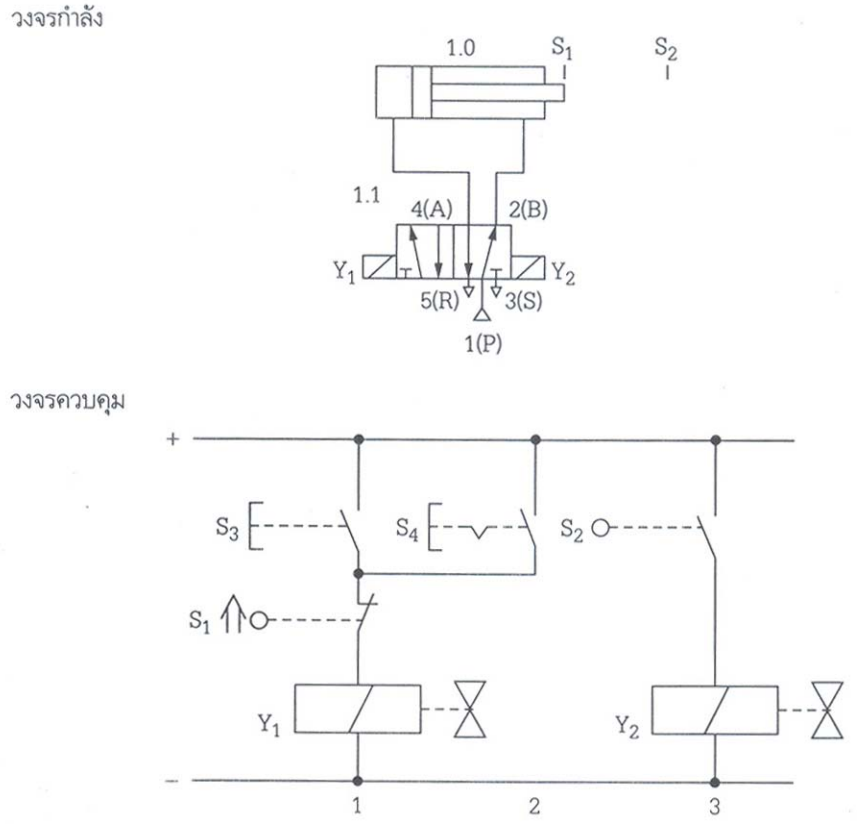
ภาพที่ 6.15 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์และรีเลย์ช่วยให้ทำงานแบบอัตโนมัติ
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 115)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.15 เมื่อกดสวิทซ์ S_3 ซึ่งกดค้างตำแหน่ง กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลิมิตสวิทซ์ S_1 และขดลวดรีเลย์ K_1 ทำงานสร้างอำนาจแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสติดกันและต่อวงจรขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 เกิดอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นของวาล์ว ลมไหลผ่านจาก 1(P) ไป 4(A) ลูกสูบเคลื่อนที่ออก (ลิมิตสวิทซ์ S_1 เลื่อนกลับตำแหน่งปกติเปิด ตัดวงจรขดลวดรีเลย์ K_1 หยุดทำงานและขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 หมดอำนาจแม่เหล็ก) ลูกสูบกดลิมิตสวิทซ์ S_2 ต่อวงจรขดลวดรีเลย์ K_2 ทำงานสร้างอำนาจแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสติดกันและต่อวงจรขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_2 เกิดอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นของวาล์วกลับตำแหน่งปกติลูกสูบเคลื่อนที่กลับ (ลิมิตสวิทซ์ S_2 เลื่อนกลับตำแหน่งปกติเปิดตัดวงจรขดลวดรีเลย์ K_2 หยุดทำงาน ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_2 หมดอำนาจแม่เหล็ก) ลูกสูบเคลื่อนที่กลับไปกดลิมิตสวิทซ์ S_1 อีกครั้ง และทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่

ออกและเคลื่อนที่กลับโดยอัตโนมัติ ทำงานเช่นนี้จนกระทั่งเมื่อกดสวิทซ์ S_3 เพื่อคลายล็อกค้างตำแหน่ง วงจรทั้งหมดจึงหยุดทำงาน

วงจรที่ 6.8 การควบคุมกระบอกสูบให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ (วงจรควบคุมโดยทางตรง) ดังแสดงในภาพที่ 6.16



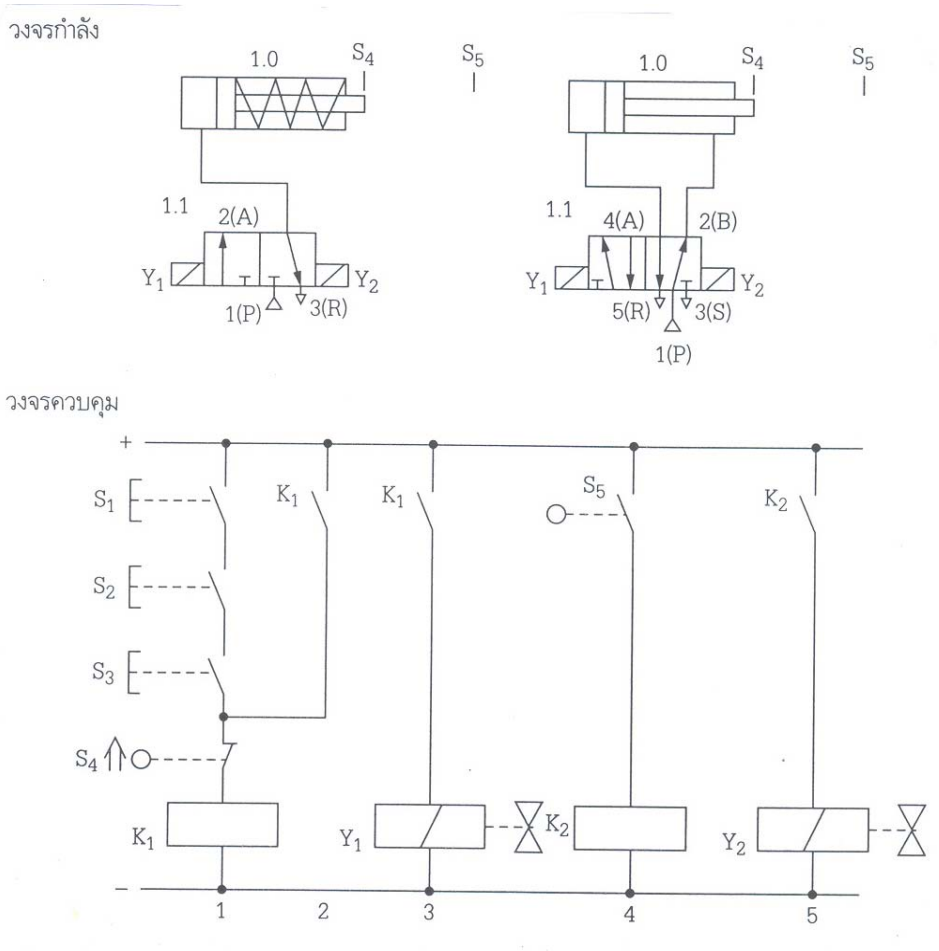
ภาพที่ 6.16 การควบคุมกระบอกสูบให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 329)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.16 สวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_3 จะเป็นสวิทซ์ควบคุมให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ส่วนสวิทซ์ล็อคตำแหน่ง S_4 เป็นสวิทซ์ควบคุมให้ทำงานแบบอัตโนมัติ ในการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัตินั้นจะต้องปลดล๊อคสวิทซ์ S_4 ให้ตัดวงจรก่อนเสมอ หลักการทำงานเหมือนวงจรที่ 6.6

หมายเหตุ ถ้าขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 หรือ Y_2 ตัวใดตัวหนึ่งมีอำนาจแม่เหล็กค้างอยู่ เพื่อทำให้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าตัวใหม่อีกตัวสร้างอำนาจแม่เหล็ก วาล์วจะไม่เลื่อนลิ้น ต้องทำให้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าตัวเก่าหมดอำนาจแม่เหล็กก่อน

วงจรที่ 6.9 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้สวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิดทำงานพร้อมกันแบบกึ่งอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 6.17



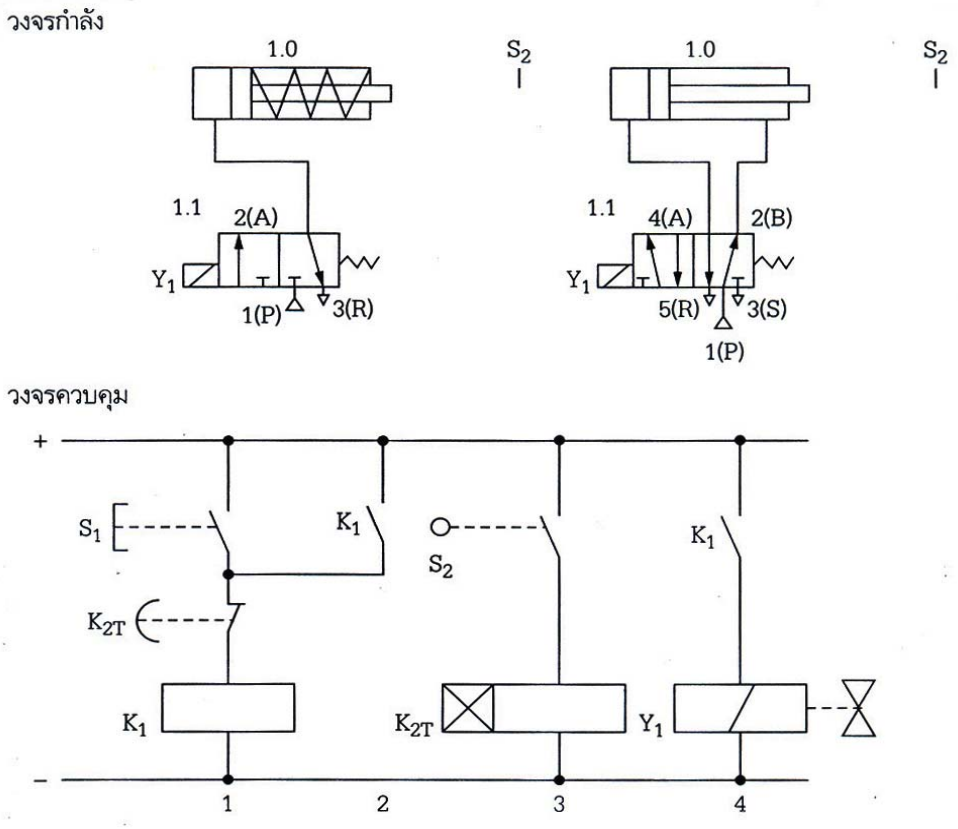
ภาพที่ 6.17 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้สวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิดทำงานพร้อมกันแบบกึ่งอัตโนมัติ

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 330)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.17 เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_1 หรือ S_2 หรือ S_3 เพียงตัวใดตัวหนึ่งจะไม่ทำงาน ต้องกดสวิทซ์พร้อมกันทั้ง 3 ตัว กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลิมิตสวิทซ์ S_4 ขดลวดรีเลย์ K_1 ทำงานสร้างอำนาจแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสติดกันล็อกการทำงานของตนเองและต่อวงจร ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 เกิดอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นของวาล์ว ทำให้ลมไหลผ่านจาก 1(P) ไป 2(A)[4(A)] ลูกสูบเคลื่อนที่ออก (ลิมิตสวิทซ์ S_4 เลื่อนกลับตำแหน่งปกติเปิด ตัดวงจรขดลวดรีเลย์ K_1 หยุดทำงาน ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 หมดอำนาจแม่เหล็ก) ลูกสูบกดลิมิตสวิทซ์ S_5 ขดลวดรีเลย์ K_2 ทำงานสร้างอำนาจแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสติดกันและต่อวงจร ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_2 เกิดอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นของวาล์วกลับตำแหน่งปกติ ลูกสูบเคลื่อนที่กลับ ลิมิตสวิทซ์ S_5 เลื่อนกลับตำแหน่งปกติเปิดขดลวดรีเลย์ K_2 หยุดทำงาน ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_2 หมดอำนาจแม่เหล็ก

วงจรที่ 6.10 การควบคุมกระบอกสูบโดยการตั้งเวลาและใช้ลิมิตสวิทซ์ ดังแสดงในภาพที่ 6.18



ภาพที่ 6.18 การควบคุมกระบอกสูบโดยการตั้งเวลาและใช้ลิมิตสวิทซ์

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 331)

หลักการทำงาน

จากภาพที่ 6.18 เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_1 กระแสไฟฟ้าไหลผ่านรีเลย์ช่วย K_1 คอนแทค K_1 จะต่อวงจรล็อคการทำงานของตนเองและต่อวงจรให้มีกระแสไหลผ่านขดลวด Y_1 ขดลวดจะมีอำนาจแม่เหล็กเอาชนะแรงสปริงเลื่อนวาล์ว 1.1 ลมจาก 1(P) ไปยัง 2(A) และ 4(A) ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกสุด ก้านสูบจะกดลิมิตสวิทซ์ S_2 ต่อวงจรให้มีกระแสไหลผ่านรีเลย์ตั้งเวลา คอนแทค K_{2T} จะตัดวงจรการทำงานของลีเรย์ช่วย K_1 คอนแทค K_1 จะตัดการทำงานของตัวเองไม่ให้มีกระแสไหลผ่านขดลวด Y_1 ขดลวดจึงหมดสภาพการเป็นแม่เหล็กสปริงจะเลื่อนวาล์ว 1.1 ให้กลับสู่สภาพเดิม ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับ

ระบบไฮดรอนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์ใช้ในการขับเคลื่อนงานที่ต้องการความเร็วสูง แต่ต้องการแรงไม่สูงมากนัก เช่น ไม่เกิน 3,000 กิโลกรัมแรง ถ้าให้ได้แรงเกินกว่านี้จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานมาก เมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่น ซึ่งณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2547, หน้า 145-148) กล่าวว่า ระบบนิวแมติกส์อาจมีข้อได้เปรียบในการใช้งานหลายกรณี แต่ในงานเครื่องมือกลบางอย่างซึ่งต้องใช้การขับเคลื่อนงานอย่างช้า ๆ แต่มั่นคงสม่ำเสมอจะใช้ระบบนิวแมติกส์โดยตรงไม่ได้ เนื่องจากลมมีคุณสมบัติหยุ่นตัวได้ ต่างกับระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งให้ความเร็วในการป้อนงานได้อย่างสม่ำเสมอ แต่ถ้าหากใช้ระบบไฮดรอลิกส์โดยตรงก็จะเป็นการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากในกรณีที่ไม่ต้องการแรงสูงมากนัก ดังนั้นจึงมีการผนวกข้อดีของระบบไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์เข้าด้วยกันโดยใช้ลมเป็นพลังงานขับเคลื่อนและใช้น้ำมันเป็นตัว ควบคุมความเร็วจะทำให้ได้งานที่ให้แรงไม่สูงนัก แต่สามารถปรับความเร็วให้มั่นคงและสม่ำเสมอได้

1. การใช้ลมบังคับน้ำมัน

การใช้วงจรผสมระหว่างระบบนิวแมติกส์และระบบไฮดรอลิกส์มีข้อได้เปรียบกว่าการใช้พลังงานใดพลังงานหนึ่งเพียงชนิดเดียววงจรนี้มีชื่อเรียกกันทั่วไปว่า วงจร “ลมบนน้ำมัน” (air over oil) โดยใช้ลมอัดดันลูกสูบและบังคับความเร็วโดยการปรับอัตราการไหลของน้ำมัน

การทำงานทำได้โดยการใช้ถังปิดมิดชิดใส่น้ำมันลงไปจำนวนหนึ่งและใช้ลมป้อนเข้าถังนี้ทางด้านบน ผลักน้ำมันให้ไหลออกทางด้านล่างของถังแล้วส่งเข้ากระบอกสูบ ความดันน้ำมันในกระบอกสูบจะเท่ากับความดันลมที่ป้อนเข้าถัง ฉะนั้นแรงที่ได้จากการทำงานทั้งการใช้ลมโดยตรงและใช้ลมดันน้ำมันจะเท่ากัน แต่ต่างกันที่ถ้าใช้ลมร่วมกับน้ำมันจะสามารถบังคับการไหลได้ดีกว่าเพราะน้ำมันไม่มีการหยุ่นตัวเหมือนลมอัด ตัวอย่างของหลักการทำงานนี้คือ

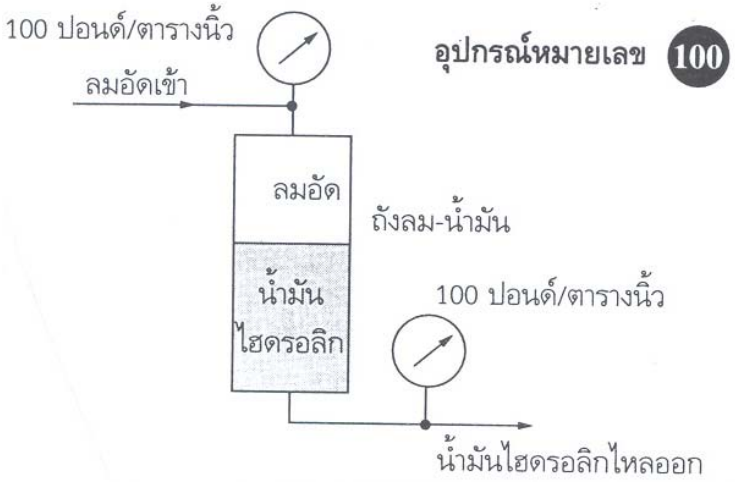
1.1 ก้านสูบจะเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ แต่มั่นคง และไม่เกิดการกระตุก

1.2 สามารถบังคับให้หยุดที่จุดต่าง ๆ ระหว่างช่วงชักได้อย่างแม่นยำ

1.3 ในงานเครื่องมือกลสามารถหยุดการป้อนมีดได้อย่างทันที ณ ตำแหน่งที่ต้องการ

เมื่อต้องการบังคับกระบอกสูบขนาดใหญ่ให้หยุดระหว่างช่วงชัก ถ้าเป็นกระบอกสูบลมแล้วจะไม่สามารถบังคับให้หยุดในตำแหน่งที่ต้องการได้และถ้าหลังจากการหยุดแล้วโหลดมีการเปลี่ยนแปลงก็จะไม่สามารถค้างที่ตำแหน่งนั้นได้ ตัวอย่างของการใช้งานในระบบนี้ที่เห็นได้ชัด ได้แก่ งานเลื่อนลิ้นงานป้อนมีดต่าง ๆ ในงานเครื่องมือกล เช่น งานกลึง เจาะ กัด ฯลฯ จะป้อนงานได้อย่างราบเรียบถึงแม้จะมีความเร็วช้าก็ตาม การกระตุกขณะป้อนชิ้นงานก็ไม่เกิดขึ้น ในกรณีเช่นนี้หากใช้ระบบไฮดรอลิกส์โดยตรงก็จะเป็นการสิ้นเปลืองเพราะต้องมีแหล่งพลังงาน (power source) ของระบบไฮดรอลิกส์อีกทั้งงานชนิดนี้ไม่ต้องการแรงของกระบอกสูบมากนัก การใช้ลมอัดดันน้ำมันนี้ไม่สามารถใช้ได้ผลในทุกกรณีเพียงแต่ช่วยเพิ่มความมั่นคงของพลังงานและประหยัดกว่าการใช้ระบบไฮดรอลิกส์โดยตรง กระบอกสูบที่ใช้ในระบบนี้เป็นกระบอกสูบลมชนิดใช้ซีลลูกสูบแบบป้องกันการรั่วได้ดีเป็นพิเศษเพื่อป้องกันการรั่วของน้ำมันไอดรอลิกส์

2. วงจรลมดันน้ำมัน



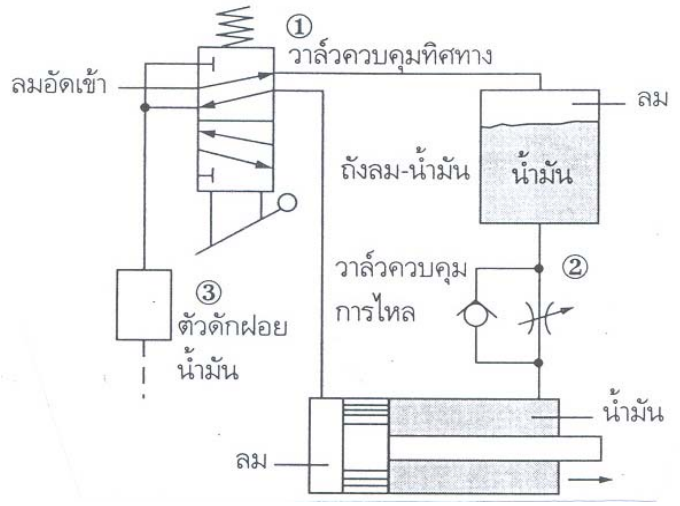
ภาพที่ 6.19 หลักการทำงานของระบบลมดันน้ำมัน

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 146)

ระบบลมดันน้ำมันใช้หลักการเช่นเดียวกับระบบลมอัดโดยตรง แต่ใช้การบังคับการไหลของ น้ำมันเพื่อให้ก้านสูบเลื่อนได้อย่างมั่นคง ระบบที่มีการใชช้ลมโดยตรงอยู่แล้วสามารถเปลี่ยนมาใช้ระบบลมดันน้ำมันได้โดยติดตั้งถังน้ำมันระหว่างวาล์วบังคับทิศทางและกระบอกสูบ หากใช้ลมความดัน 6 บาร์ จะได้ น้ำมันความดัน 6 บาร์เช่นกัน โดยไม่เกิดการสูญเสียความดันเลย ระบบน้ำมันแบ่งออกเป็นชนิดถังเดี่ยวและถังคู่ คือ

2.1 ระบบลมดันน้ำมันชนิดถังเดี่ยว

โดยการใช้ถังความดันเพียงถังเดียวเมื่อต้องการควบคุมความเร็วเพียงทิศทางเดียว ดังแสดงในภาพที่ 6.20



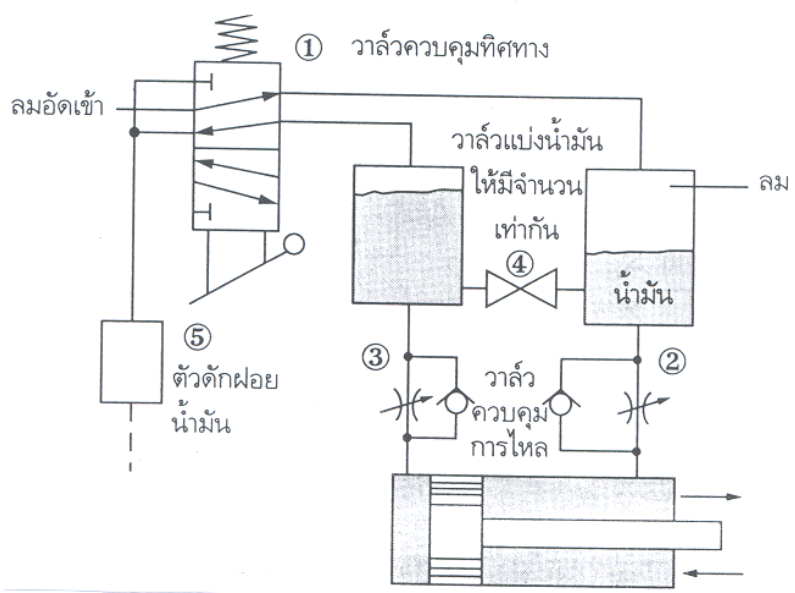
ภาพที่ 6.20 ระบบถังเดี่ยว
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 147)

ภาพที่ 6.20 แสดงถึงวงจรควบคุมความเร็วด้านเลื่อนออกแบบบังคับการไหลออกของน้ำมันโดยใช้วาล์วบังคับการไหล (2) ถ้าต้องการควบคุมความเร็วด้านเลื่อนเข้า ให้เปลี่ยนการติดตั้งถังน้ำมันมาไว้ทางด้านลูกสูบ

เนื่องจากความดันในระบบต่ำ จึงควรเลือกใช้วาล์วบังคับการไหล (2) ที่มีขนาดรูลมใหญ่กว่า รูลมที่เข้ากระบอกสูบ 1 ถึง 2 ขนาด เพราะว่าถ้าใช้รูลมขนาดเดียวกันจะทำให้ความเร็วเลื่อนกลับของกระบอกสูบช้าลง เพราะพื้นที่หน้าตัดของรูลมภายในวาล์วมีขนาดเล็กกว่าขนาดรูลมที่ต่อกับวาล์ว ระบบลมดันน้ำมันนี้ควรติดตั้งตัวดักฝอยน้ำมัน (3) ไว้ที่ช่องระบายลมทิ้งของวาล์วควบคุม ทั้งนี้เพื่อไม่ให้บริเวณเครื่องจักรมีฝอยน้ำมันซึ่งอาจจะทำให้ลื่น เป็นอันตรายและทำให้พื้นที่บริเวณนั้นสกปรก

2.2 ระบบลมดันน้ำมันชนิดถังคู่

ควรติดตั้งถังน้ำมันในระดับสูงกว่ากระบอกสูบ และท่อน้ำมันควรใช้ท่อที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อลมที่ใช้ในระบบลมโดยตรง และควรติดตั้งถังน้ำมันให้ใกล้กับกระบอกสูบมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 6.21



ภาพที่ 6.21 ระบบถังคู่

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 147)

จากภาพที่ 6.21 เป็นการทำงานของวงจร เริ่มจากการใช้ถังน้ำมันสองถังมาช่วยในการควบคุมการเคลื่อนที่เข้าและออกของลูกสูบ และเป็นการควบคุมความเร็วแบบควบคุมปริมาณน้ำมันออกจากกระบอกสูบ ถ้าต้องการถ่ายน้ำมันจากถังที่มีน้ำมันมากกว่าไปยังถังที่มีน้ำมันน้อยกว่า ต้องป้อนลมอัดเข้าถังน้ำมันที่มีระดับสูงกว่าและเปิดวาล์ว (4) เพื่อให้น้ำมันมีระดับเดียวกัน

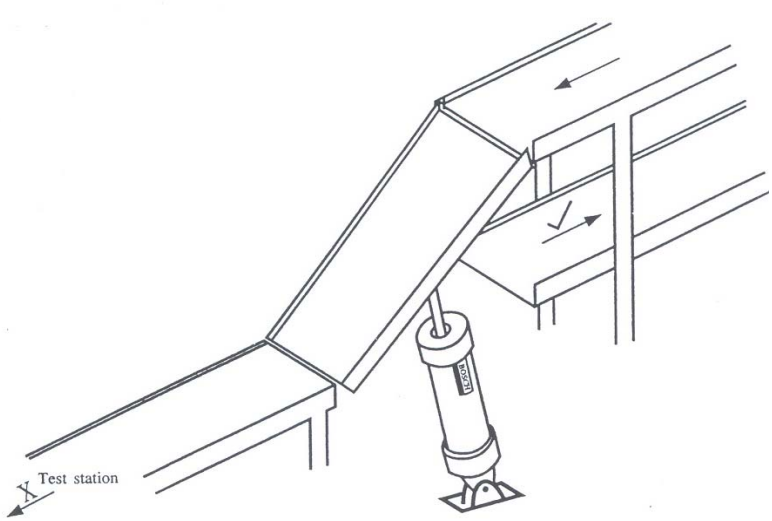
เมื่อใช้ลมดันน้ำมันไฮดรอลิกส์โดยตรงจะเกิดละอองน้ำมันเหนือระดับน้ำมัน ละอองน้ำมันจะระบายออกทางรูระบายลมของวาล์วบังคับทิศทาง (1) ทำให้บริเวณเครื่องจักรสกปรกและไม่สะดวกต่อการทำงานจึงควรติดตั้งตัวกรอง (5) เพื่อดักหรือกำจัดละอองน้ำมัน ส่วนวิธีที่จะไม้ให้เกิดละอองน้ำมันเลยควรใช้กระบอกสูบสองตอนซึ่งแยกลมและน้ำมันออกจากกันในแต่ละส่วนของกระบอกสูบ

สรุป

จากการศึกษาอุปกรณ์นิวแมติกส์ตลอดจนถึงการออกแบบวงจรจะเห็นว่าทุก ๆ ส่วนมีความสำคัญตั้งแต่บทที่ 1 – 5 ผู้ที่ศึกษาต้องหมั่นฝึกฝนจึงจะสามารถออกแบบวงจรได้โดยเฉพาะสัญลักษณ์และความหมายของสัญลักษณ์นั้นจะช่วยให้การนำไปประยุกต์ใช้งานตามที่ต้องการได้ในวงจรการทำงานของระบบนิวแมติกส์ขึ้นอยู่กับการที่จะนำไปใช้งาน ซึ่งจะมีความสำคัญยิ่งเพราะจะทำให้เกิดผลของงานที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถประหยัดราคาอุปกรณ์ใช้งานอีกด้วย ดังนั้นการออกแบบวงจรอย่างเป็นขั้นตอนคือ เลือกชนิดและขนาดกระบอกสูบให้เหมาะสมกับงานแล้วเลือกชนิดเมนวาล์ว ขนาดของวาล์ว เลือกอุปกรณ์ควบคุม แล้วกำหนดขั้นตอนการทำงาน พร้อมกำหนดตำแหน่งของวาล์วควบคุม เสร็จแล้วเขียนแผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานเขียนวงจรการควบคุมการทำงานจากนั้น ผู้ออกแบบจะเพิ่มเติมเงื่อนไขพิเศษอะไรในวงจรเพื่อความสมบูรณ์ สุดท้ายตรวจสอบการทำงานของวงจรที่ออกแบบและต่อวงจรการทำงานจากชุดสาธิตนิวแมติกส์

แบบฝึกหัด

1. การออกแบบวงจรนิวแมติกส์ หมายถึงอะไร พร้อมให้ความหมายของการออกแบบวงจร
2. การควบคุมกระบอกสูบ หมายถึงอะไร มีกี่ชนิด ได้แก่อะไรบ้าง
3. จงเขียนภาพประกอบของวงจรการทำงานแบบต่อเนื่อง พร้อมอธิบายหลักการทำงานของวงจรมาด้วย
4. การเขียนวงจรควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้ามีกี่ระบบ ได้แก่อะไรบ้าง
5. วงจรควบคุมโดยทางตรงด้วยระบบไฟฟ้าที่ไม่มีอุปกรณ์ช่วยประกอบไปด้วยอะไรบ้าง
6. เพราะเหตุใดงานบางอย่างจึงต้องใช้ระบบไฮดรอนิวแมติกส์
7. วงจรลมดันน้ำมันมีหลักการอย่างไร จงอธิบาย
8. จากภาพเป็นชุดควบคุมสายพานต่างระดับ จงออกแบบวงจรและอธิบาย เพื่อให้ได้การทำงานตามที่ระบุไว้ ดังนี้

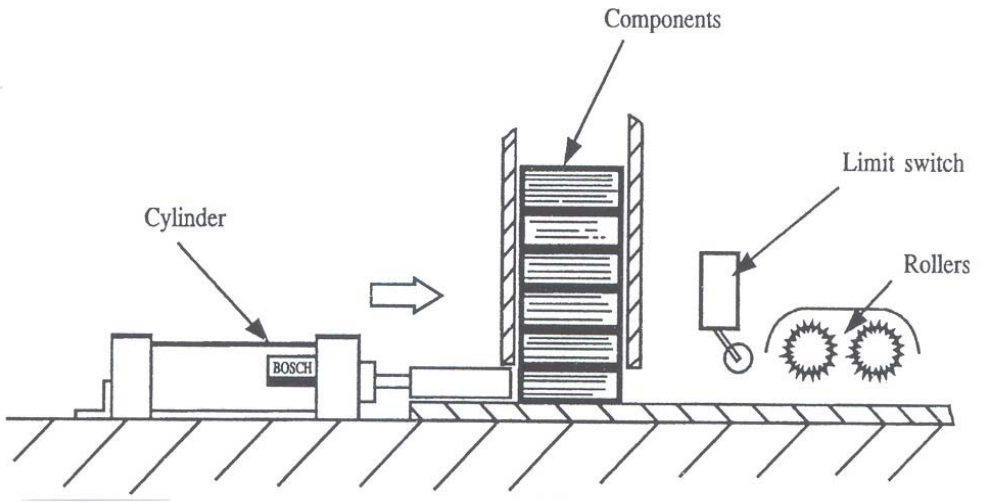


ภาพชุดควบคุมสายพานต่างระดับ

ชิ้นส่วนจะถูกพามาจากสายพานตัวบน ผ่านสายพานต่างระดับ ไปสู่สถานีทดสอบ ชิ้นส่วนที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าใช้ได้ จะถูกส่งผ่านมายังสายพานตัวล่างโดยผ่านสายพานต่างระดับ ส่วนชิ้นส่วนที่ทดสอบแล้วไม่ผ่านจะถูกส่งออกจากสายพานเพื่อซ่อมหรือทำใหม่แล้วแต่ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

ต้องการให้ในภาวะปกติ กระบอกลมจะยืดออกสุด (สายพานถูกยกขึ้น) เมื่อชิ้นส่วนถูกส่งผ่านมายังสายพานต่างระดับเข้าสู่สถานีทดสอบที่อยู่ต่ำกว่าแล้ว ให้กดปุ่มสั่งให้กระบอกลมถอยกลับเพื่อให้ชิ้นส่วนที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าใช้ได้ ผ่านกลับไปยังสายพานตัวล่าง เมื่อชิ้นส่วนผ่านไปเรียบร้อยแล้วกระบอกลมจะยืดออกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อรับชิ้นส่วนตัวต่อไป

9. จากภาพเป็นชุดป้อนชิ้นงาน จงออกแบบวงจรและอธิบาย เพื่อให้ได้การทำงานตามที่ระบุไว้ดังนี้



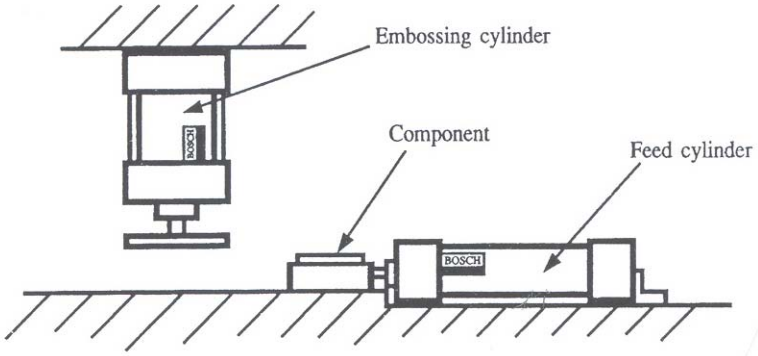
ภาพชุดป้อนชิ้นงาน

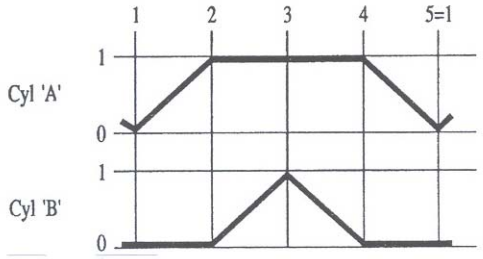
ต้องการป้อนชิ้นงานที่อยู่ในรางเข้าเครื่อง โดยใช้กระบอกลมสองทาง โดยมีเงื่อนไขที่จะทำให้กระบอกลมยืดออก ดังนี้

1. จะต้องมีชิ้นงานอยู่ในราง
2. กระบอกลมจะต้องอยู่ในตำแหน่งถอยหลังสุด
3. จะต้องมีการสั่งงานวาล์วกดปุ่มทั้งสองตัว (ปุ่มแยกกัน)

เมื่อกระบอกลมยืดออกสุด กระบอกลมจะต้องถอยกลับไปที่ตำแหน่งเริ่มต้นใหม่ทันที ถ้าต้องการเริ่มทำงานใหม่ จะต้องให้เงื่อนไขเป็นไปตามข้อกำหนดข้างต้น

10. จากภาพเป็นเครื่องกดขึ้นลายรหัสสินค้าของวงจรนิวแมติกส์ จงออกแบบวงจรและอธิบาย เพื่อให้ได้การทำงานตามที่ได้ระบุไว้ ดังนี้





ภาพเครื่องกดขึ้นลายรหัสสินค้า

ต้องการกดขึ้นลายชิ้นงานพลาสติกเป็นเลขรหัสสินค้า โดยใช้กระบอกลมสองทาง จำนวน 2 ตัว โดยกระบอกลม (A) จะเป็นตัวพาชิ้นงานที่ถูกยึดเรียบร้อยแล้ว ไปยังใต้กระบอกลม (B) ของเครื่องกดขึ้นลายชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานถูกดันมาถึงตำแหน่งที่กำหนด กระบอกลม (B) จะยืดออกและกดขึ้นลายเลขรหัสบนชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานถูกกดแล้ว กระบอกลม (B) จะถอยกลับทันที จากนั้นกระบอกลม (A) จึงจะถอยกลับไปที่จุดเริ่มต้นวงจรจะหยุดที่จุดนี้ ชิ้นงานถูกนำออกจากตัวยึด และใส่ชิ้นใหม่เข้าไปแทน การทำงานแต่ละรอบสั่งงานโดยการกดปุ่มปุ่มเดียว แผนภาพแสดงลำดับขั้นการทำงาน แสดงให้เห็นการเคลื่อนที่ของกระบอกลมทีละขั้น เป็นวงจรดังภาพ

จงออกแบบวงจรและอธิบายเพื่อให้ได้การทำงานตามที่ระบุไว้

เอกสารอ้างอิง

ฐิฑารีย์ ถมยา. (2546). **นิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2534). **รวมวงจรนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกลและโลหะการ กระทรวงอุตสาหกรรม.

_____. (2547). **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2547). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ธนะรัตน์ แต้วัฒนา. (2541). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม.** ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ประวิตร ลิมปวัฒนะ. (2540). **นิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. (ม.ป.ป.). **การควบคุมนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

มนูญ ชื่นชม. (2544). **นิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วิทยา ดีวุ่น. (2546). **งานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ กระทรวงศึกษาธิการ.

Euthenic. (1991). **Collection of Circuit exercises and solutions: pneumatics.** np.: n.p.