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

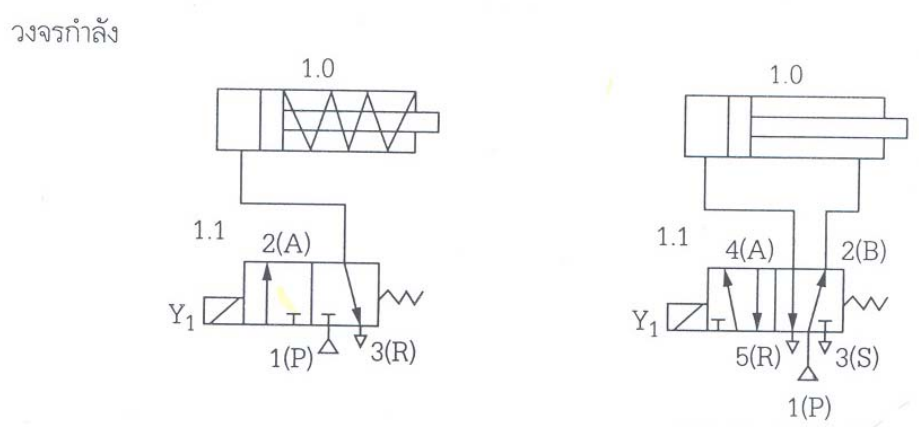
2.1 วงจรควบคุมโดยทางตรง

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



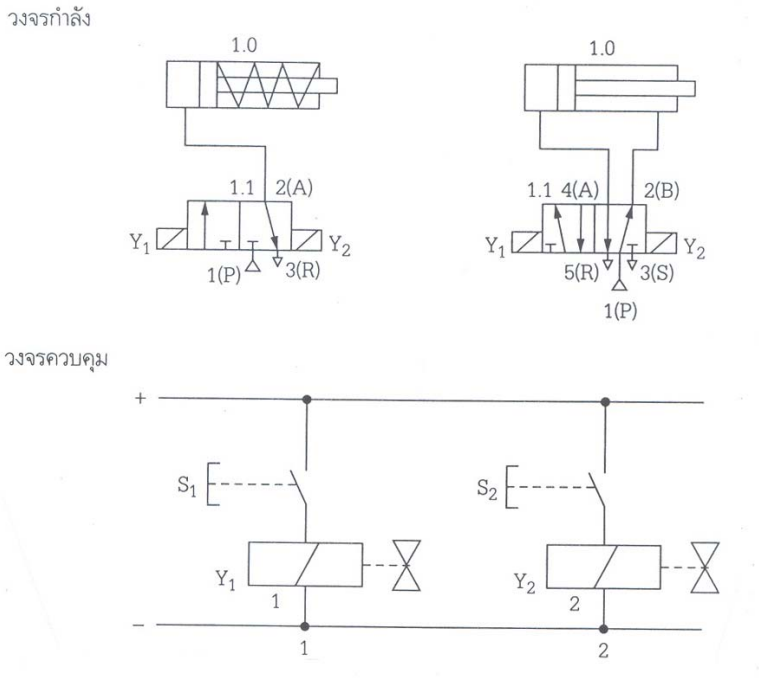
ภาพที่ 6.9 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้วาล์วเลื่อนลิ้นไปด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า เลื่อนลิ้นกลับด้วยสปริง

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

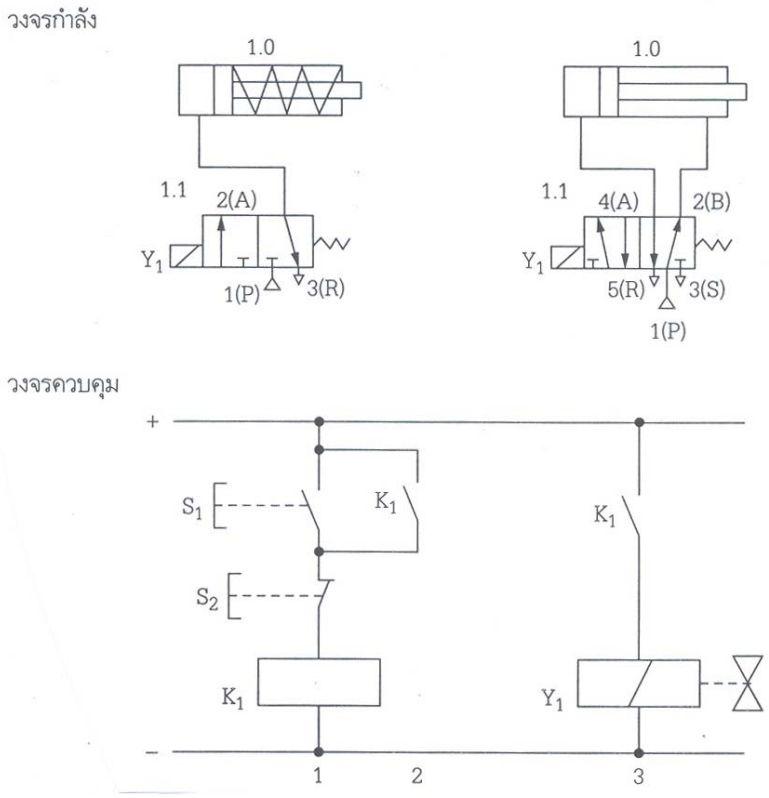
จากภาพที่ 6.10 เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด S_1 กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 เกิดอำนาจแม่เหล็ก เลื่อนวาล์ว 3/2 ทำให้ลมไหลจาก 1(P) ไป 2(A) 4(A) เป็นผลทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออก เมื่อปล่อยมือจะไม่มีกระแสไหลผ่านสวิทซ์ S_1 ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า Y_1 หมดอำนาจแม่เหล็กแต่ลูกสูบยังคงค้างตำแหน่ง เมื่อกดสวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิด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

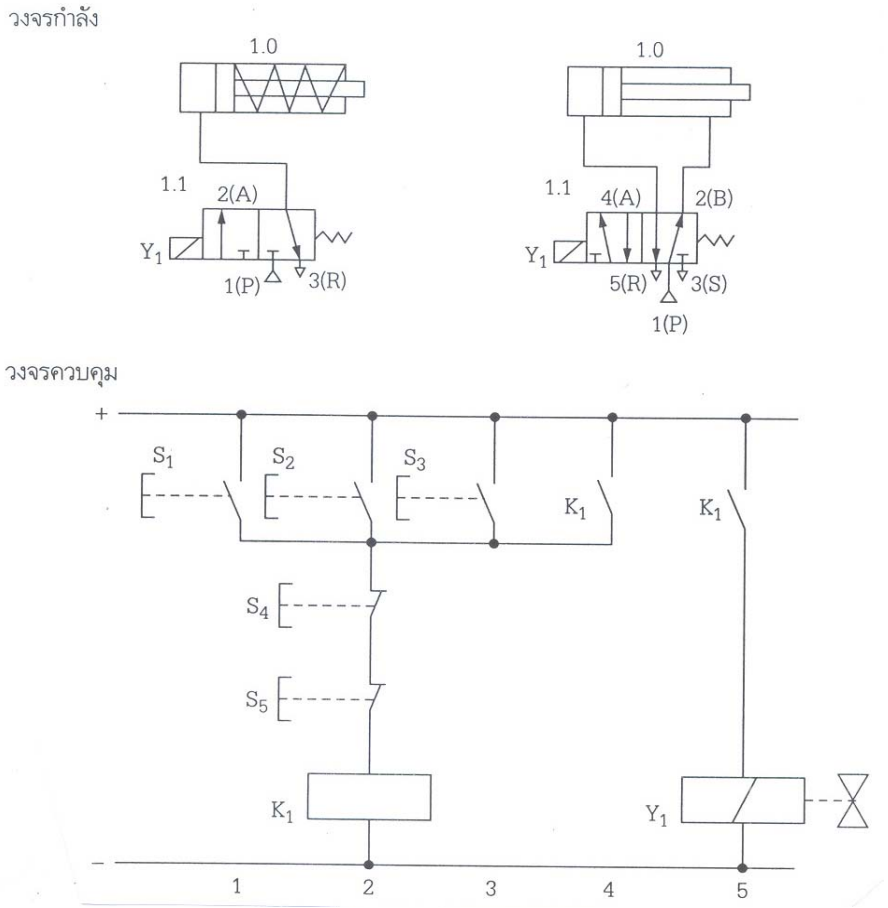


ภาพที่ 6.11 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้รีเลย์ช่วย
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 105)

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)

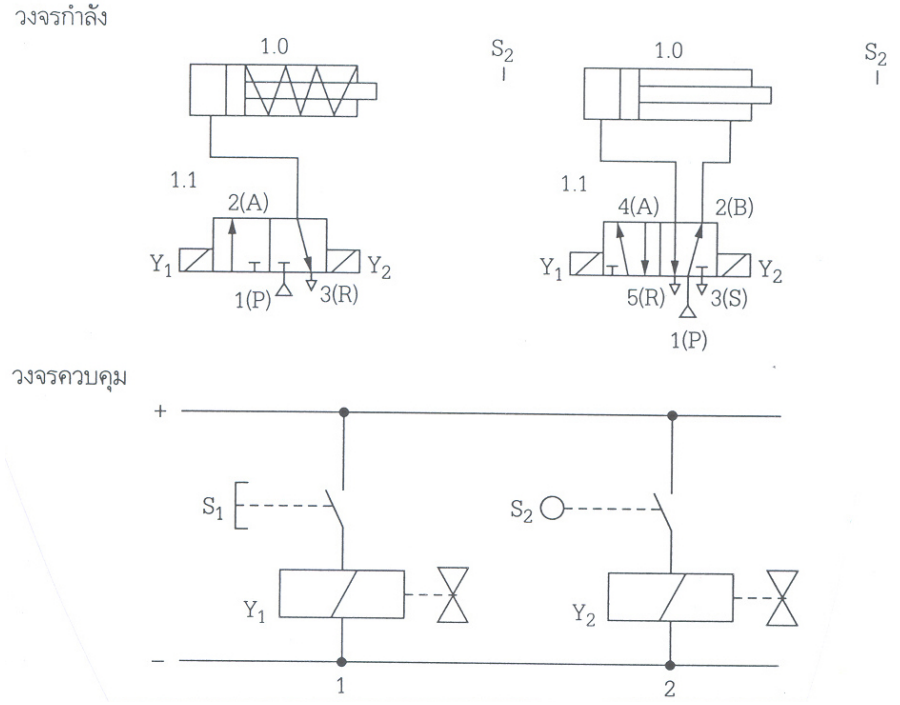
หลักการทำงาน

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

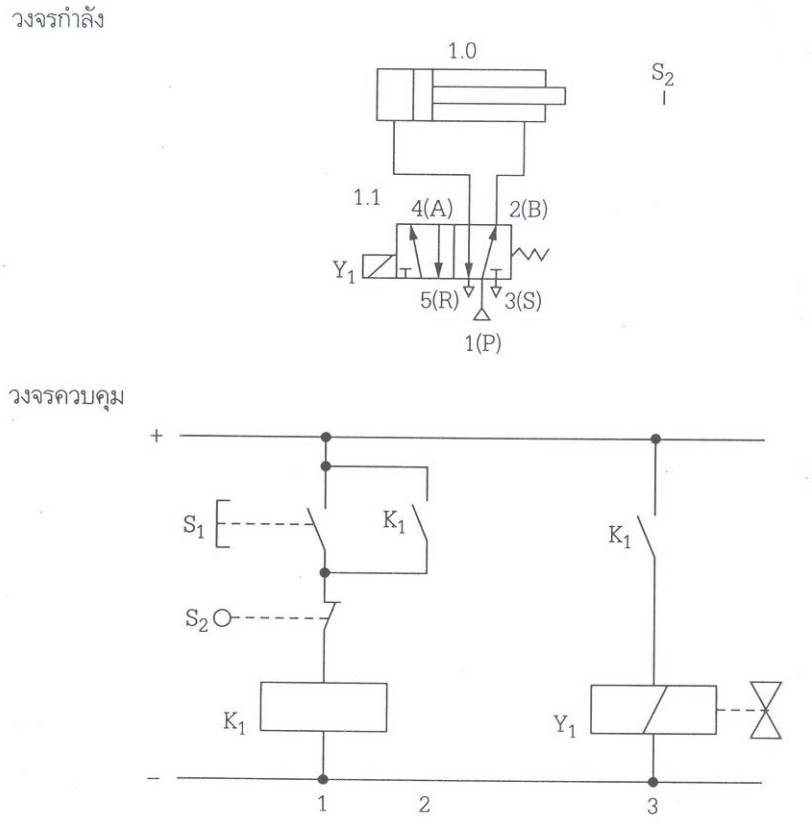


ภาพที่ 6.13 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์ให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 326)

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

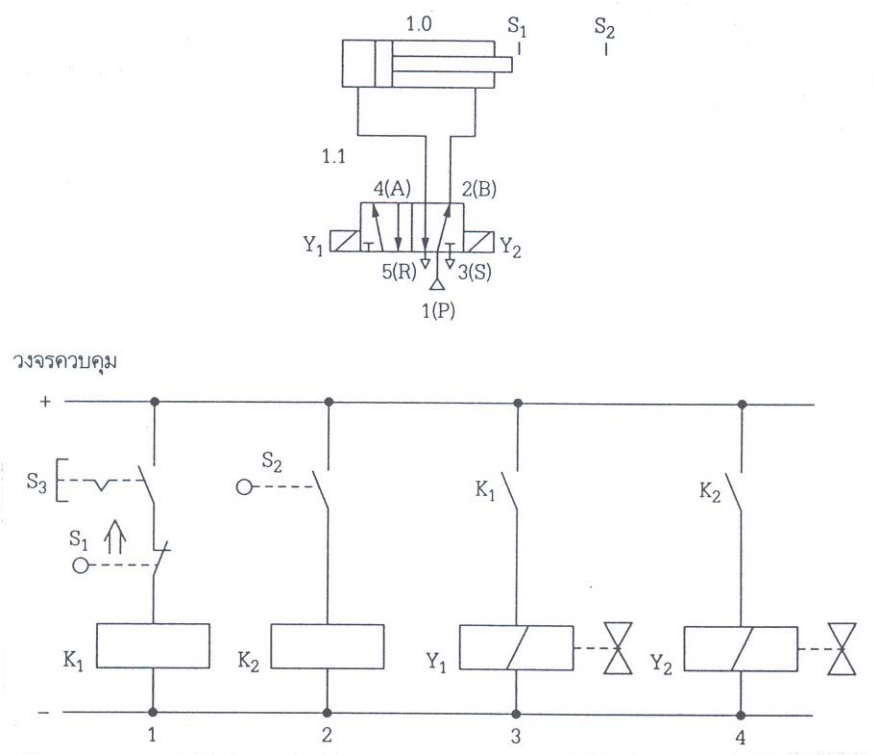


ภาพที่ 6.14 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์และรีเลย์ช่วยให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 113)

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



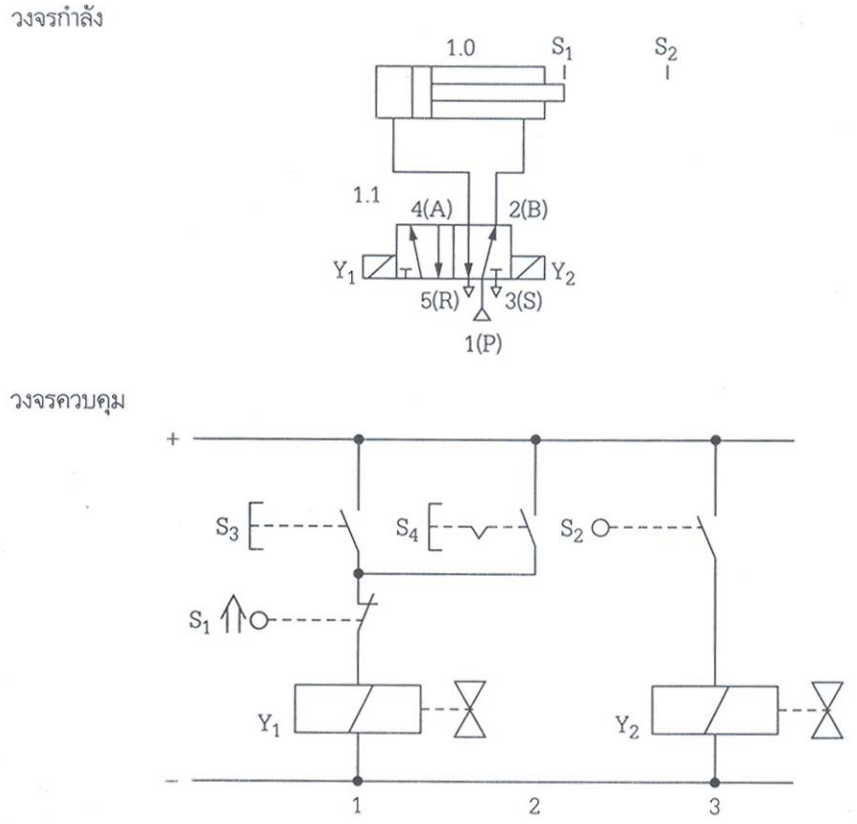
ภาพที่ 6.15 การควบคุมกระบอกสูบด้วยลิมิตสวิทซ์และรีเลย์ช่วยให้ทำงานแบบอัตโนมัติ
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 115)

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



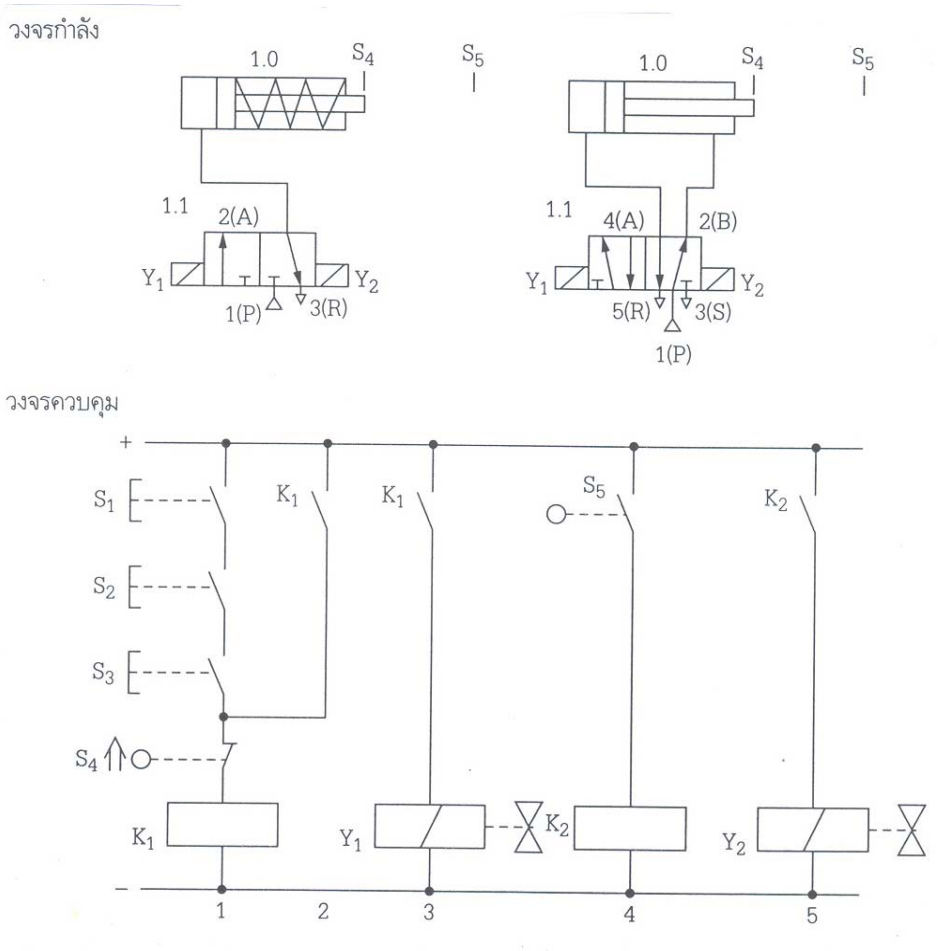
ภาพที่ 6.16 การควบคุมกระบอกสูบให้ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติและอัตโนมัติ
ที่มา (มนูญ ชื่นชม, 2544, หน้า 329)

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



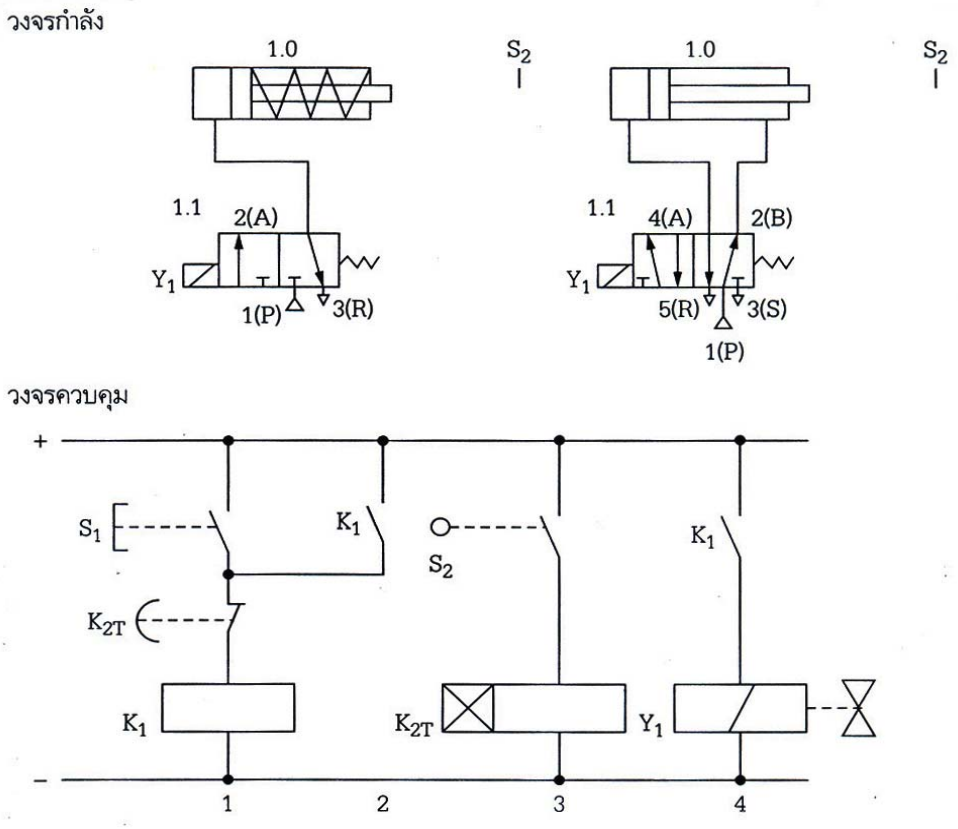
ภาพที่ 6.17 การควบคุมกระบอกสูบโดยใช้สวิทซ์ปุ่มกดปกติเปิดทำงานพร้อมกันแบบกึ่งอัตโนมัติ

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)