แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7
วงจรควบคุมรีเลย์

หัวข้อเนื้อหา

1. รีเลย์
2. วงจรควบคุมรีเลย์
3. บทสรุป

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักศึกษาอธิบายการทำงานของวงจรควบคุมแอลอีดีด้วยทรานซิสเตอร์
2. นักศึกษาอธิบายการทำงานของวงจรควบคุมรีเลย์ด้วยทรานซิสเตอร์

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
   1.1 วิธีสอนแบบบรรยาย
   1.2 วิธีสอนแบบอภิปราย
   1.3 วิธีสอนแบบเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน
   2.1 อธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับวงจรควบคุมรีเลย์
   2.2 แสดงตัวอย่างการหาค่าตัวแปรต่าง ๆ และการออกแบบ
   2.3 ให้นักศึกษาทำแบบฝึกหัด
   2.4 ให้การบ้านกับนักศึกษา

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 1
2. กระดานไวท์บอร์ด
3. โปรเจ็คเตอร์

การวัดผลและการประเมินผล

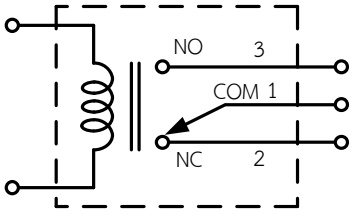
1. การเข้าเรียน
2. การบ้าน
3. สอบกลางภาค
4. สอบปลายภาค

บทที่ 7
วงจรควบคุมรีเลย์

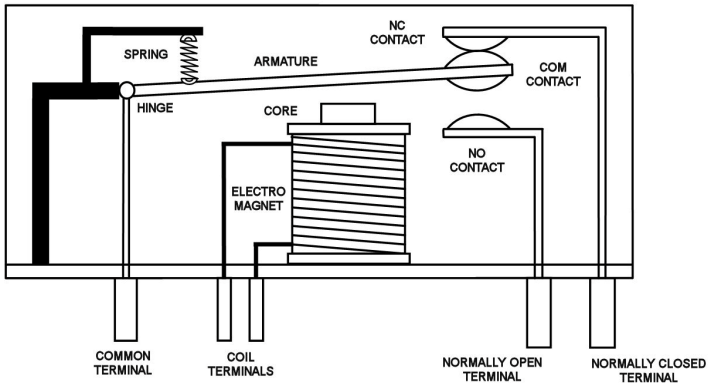
7.1 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) คืออุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสวิตช์ที่ถูกควบคุมด้วยสนามแม่เหล็กจากตัวเหนี่ยวนำ รีเลย์เป็นที่นิยมนำมาใช้งานเป็นสวิตช์ในวงจรไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยหลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีค่าต่ำควบคุมการทำงานของสวิตช์ ซึ่งสวิตช์สามารถมีกระแสจำนวนมากไหลผ่านได้ ภาพที่ 7.1 แสดงลักษณะของรีเลย์ ด้านบนของรีเลย์จะแสดงแรงดันไฟเลี้ยงตัวเหนี่ยวนำ และกระแสสูงสุดที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสของสวิตช์ภายในรีเลย์ ด้านล้างของรีเลย์มีตำแหน่งขาของตัวเหนี่ยวนำและตำแหน่งขาสวิตช์ ภาพที่ 7.2 แสดงสัญลักษณ์ของรีเลย์พื้นฐานมีจำนวนขาเท่ากับ 5 ขา ประกอบด้วยขาตัวเหนี่ยวนำ ขาที่ใช้งานร่วมกัน (common: COM) และขาสวิตช์หน้าสัมผัสรีเลย์มี 2 ชนิด ได้แก่ ชนิดปกติปิด (normal close: NC) และชนิดปกติเปิด (normal open: NO) ภาพที่ 7.3 แสดงโครงสร้างภายในของรีเลย์ประกอบด้วยตัวเหนี่ยวนำ สวิตช์หน้าสัมผัส และสปริง ตัวเหนี่ยวนำทำหน้าที่กำเนิดสนามแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวด สวิตช์หน้าสัมผัสทำหน้าที่ตัดหรือต่อวงจรตามการควบคุมของขดลวดสนามแม่เหล็ก สปริงทำหน้าที่ช่วยบังคับให้หน้าสัมผัสสวิตช์กลับสู่สภาวะปกติในขณะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ

ภาพที่ 7.1 ลักษณะของรีเลย์
ที่มา (ebay, 2016, and TEM electronics component, 2016)



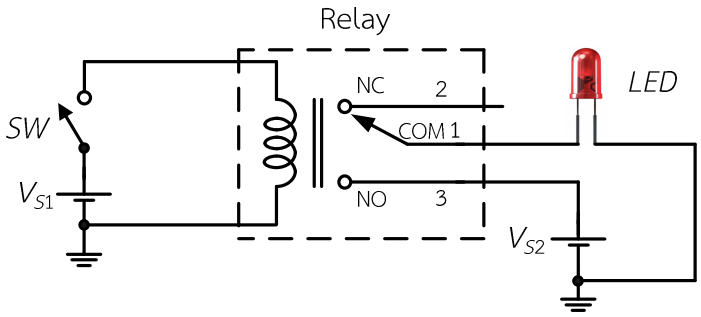
ภาพที่ 7.2 สัญลักษณ์ของรีเลย์



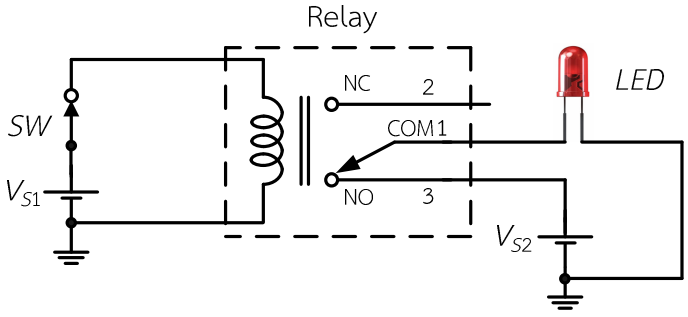
ภาพที่ 7.3 โครงสร้างภายในของรีเลย์
ที่มา (glolab, 2016)

7.2 วงจรควบคุมรีเลย์

การทำงานของรีเลย์สามารถอธิบายได้ดังนี้ ขณะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวขดลวดเหนี่ยวนำจะไม่เกิดสนามแม่เหล็ก หน้าสัมผัสสวิตช์ของขา COM จะอยู่ที่ตำแหน่งปกติปิด ทำให้กระแสไม่ไหลผ่านแอลอีดี แอลอีดีจึงไม่สว่างดังแสดงในรูปที่ 7.4 (ก) กรณีที่เกิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ ตัวขดลวดเหนี่ยวนำจะเกิดสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กจะทำการดึงขา COM มาอยู่ในตำแหน่งปกติเปิด ส่งผลให้กระแสไหลผ่านแอลอีดี แอลอีดีจึงสว่างดังแสดงในรูปที่ 7.4 (ก)



(ก)

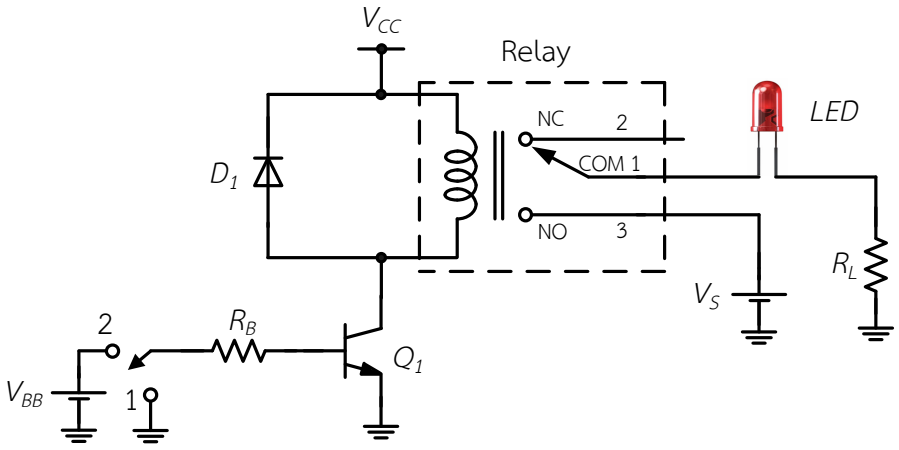


(ข)

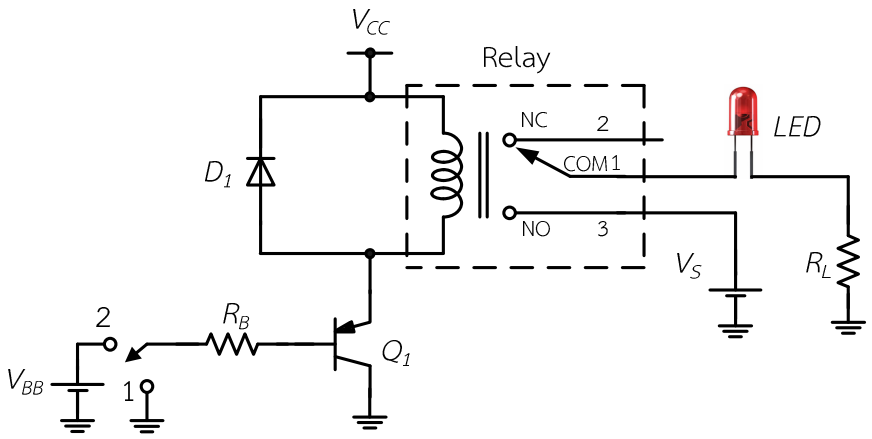
ภาพที่ 7.4 วงจรสวิตช์รีเลย์ที่ควบคุมด้วยสวิตช์ (ก) ขณะสวิตช์เปิด และ (ข) ขณะสวิตช์ปิด

ภาพที่ 7.5 (ก) แสดงวงจรควบคุมรีเลย์ที่ประยุกต์ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ การทำของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ กรณีที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่งที่ 1 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อกับกราวด์ ส่งผลไม่เกิดแรงดันระหว่างของขาเบสและขาอีมิตเตอร์ (V_{BE}) และไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่มีกระแสคอลเล็กเตอร์ (I_C) ไหลผ่าน ส่งผลให้ขดลวดที่ตัวรีเลย์ไม่มีกระแสไหลผ่านด้วยเช่นกัน ลักษณะดังกล่าวขดลวดจะไม่เกิดสนามแม่เหล็กส่งผลให้หน้าสัมผัสสวิตช์ที่ขา COM คงอยู่ที่ตำแหน่ง NC ทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่าน LED LED ก็จะยังไม่สว่าง กรณีที่สวิตช์อยู่ที่ตำแหน่งที่ 2 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อแหล่งจ่ายแรงดัน (V_{BB}) ทำให้เกิดแรงดัน V_{BE} ส่งผลให้เกิดกระแส I_C ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำและทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นบริเวณรอบตัวเหนี่ยวนำ สนามแม่เหล็กดังกล่าวจะทำให้หน้าสัมผัสสวิตช์ไปอยู่ที่ตำแหน่ง NO ทำให้ LED ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน (V_S) ลักษณะดังกล่าวจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่าน LED และตัวต้านทาน R_L LED จะสว่าง

ภาพที่ 7.5 (ข) แสดงวงจรควบคุมรีเลย์ที่ประยุกต์ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP การทำของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ กรณีที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่งที่ 1 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อกับกราวด์ ส่งผลเกิดแรงดันระหว่างของขาอีมิตเตอร์ และขาเบส (V_{EB}) และมีกระแสไหลผ่านออกจากขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์มีกระแสไหลเข้าขาอีมิตเตอร์ (I_E) และไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ทำให้ตัวเหนี่ยวนำเกิดสนามแม่เหล็ก สวิตช์สัมผัสเปลี่ยนจากตำแหน่ง NC ไปที่ตำแหน่ง NO ทำให้ LED ต่อกับแรงดัน V_S ทำให้กระแสไหลผ่าน LED และตัวต้านทาน R_L LED จะสว่าง กรณีที่สวิตช์อยู่ในตำแหน่งที่ 2 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อแรงดัน V_{BB} ส่งผลเกิดแรงดันที่ขาเบสมีค่าสูงกว่าแรงดันที่ขาอีมิตเตอร์ ($V_B > V_E$) และไม่มีกระแสไหลผ่านออกจากขาเบส ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่เกิดกระแส I_E ไหลผ่าน ส่งผลให้สวิตช์สัมผัสไม่มีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ขา COM ต่อกับตำแหน่ง NC ไม่มีแรงดันและกระแสไหลผ่าน LED



ภาพที่ 7.5 วงจรควบคุมรีเลย์ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN



(ข)

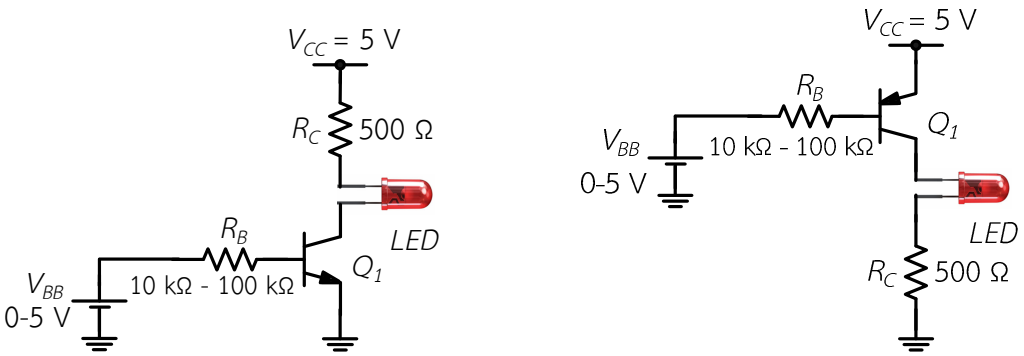
ภาพที่ 7.6 วงจรควบคุมรีเลย์ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

7.3 บทสรุป

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แรงดันต่ำควบคุมการสวิตช์สัมผัส ซึ่งสวิตช์สัมผัสสามารถใช้กับแรงดันสูงได้ และกระแสสามารถไหลผ่านสวิตช์สัมผัสได้สูง (> 1 A) รีเลย์ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก การควบคุมกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเพื่อควบคุมการสวิตช์ของรีเลย์สามารถทำได้ด้วยการใช้ทรานซิสเตอร์ มอสเฟต หรือไอจีบีทีทำหน้าควบคุมกระแส

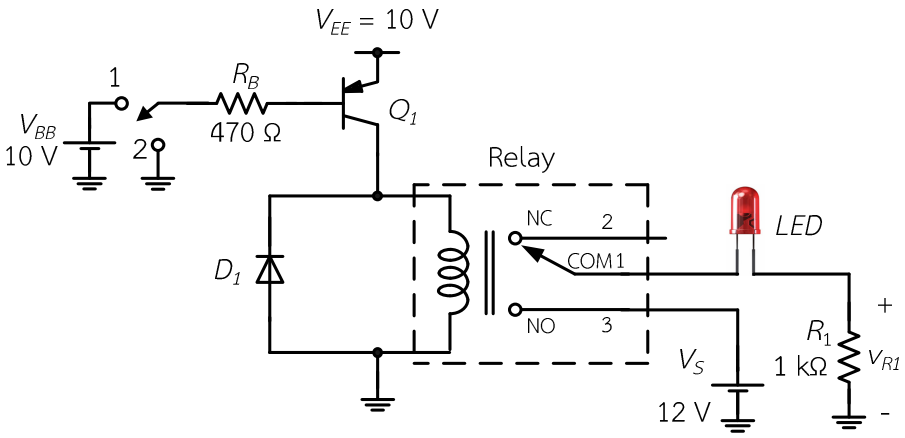
แบบฝึกหัดท้ายบท

1. ให้อธิบายความหมายและการประยุกต์ใช้งานรีเลย์
2. การนำรีเลย์ไปใช้งานจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติที่สำคัญอะไรบ้าง
3. กรณีที่ไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวด หน้าสัมผัสของรีเลย์อยู่ที่ตำแหน่งใด
4. กรณีที่มีกระแสไหลผ่านขดลวด หน้าสัมผัสของรีเลย์อยู่ที่ตำแหน่งใด



ก ข

ภาพที่ 7.7 วงจรควบคุมความสว่างแอลอีดี (ก) สวิตช์ทรานซิสเตอร์ NPN และ (ข) สวิตช์ทรานซิสเตอร์ PNP



ภาพที่ 7.8 วงจรควบคุมรีเลย์ด้วยทรานวิสเตอร์ PNP

5. ให้อธิบายการทำงานของวงจรในภาพที่ 7.7 (ก) และ 7.7 (ข)
6. ให้อธิบายการทำงานของวงจรในภาพที่ 7.8