

แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 7

การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

หัวข้อเนื้อหา

1. รีเลย์
2. วงจรควบคุมรีเลย์
3. การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เพื่อทดลองวงจรควบคุมแอลอีดีด้วยทรานซิสเตอร์
2. เพื่อทดลองวงจรควบคุมรีเลย์ด้วยทรานซิสเตอร์

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
 - 1.1 วิธีสอนแบบบรรยาย
 - 1.2 วิธีสอนแบบอภิปราย
 - 1.3 วิธีสอนแบบปฏิบัติการ
 - 1.4 วิธีสอนแบบเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน
 - 2.1 อธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรีเลย์และวงจรควบคุมรีเลย์
 - 2.2 อธิบายขั้นตอนการทดลองวงจรควบคุมแอลอีดีด้วยทรานซิสเตอร์
 - 2.3 อธิบายขั้นตอนการทดลองวงจรควบคุมรีเลย์ด้วยทรานซิสเตอร์
 - 2.4 อธิบายการบันทึกผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง
 - 2.5 นักศึกษาทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง สรุปผลการทดลอง และตอบคำถาม

ท้ายการทดลอง

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ 1
2. อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และโปโตบอร์ด
3. เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์
4. กระดานไวท์บอร์ด
5. โปรเจ็คเตอร์

การวัดผลและการประเมินผล

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

บทที่ 7

การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

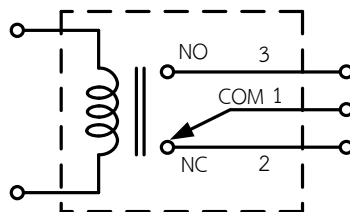
7.1 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) คืออุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทสวิตช์ที่ถูกควบคุมด้วยสนามแม่เหล็กจากตัวเหนี่ยวนำ รีเลย์เป็นที่นิยมนำมาใช้งานเป็นสวิตช์ในวงจรไฟฟ้า และวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยหลักการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่มีค่าต่ำควบคุมการทำงานของสวิตช์ ซึ่งสวิตช์สามารถมีกระแสจำนวนมากไหลผ่านได้ ภาพที่ 7.1 แสดงลักษณะของรีเลย์ ด้านบนของรีเลย์จะแสดงแรงดันไฟเลี้ยงตัวเหนี่ยวนำ และกระแสสูงสุดที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสของสวิตช์ภายในรีเลย์ ด้านล่างของรีเลย์มีตำแหน่งขาของตัวเหนี่ยวนำและตำแหน่งขาสวิตช์ 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 สปริงทำหน้าที่ช่วยบังคับให้หน้าสัมผัสสวิตช์กลับสู่สภาวะปกติในกรณีที่ไม่มีกระแสไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ

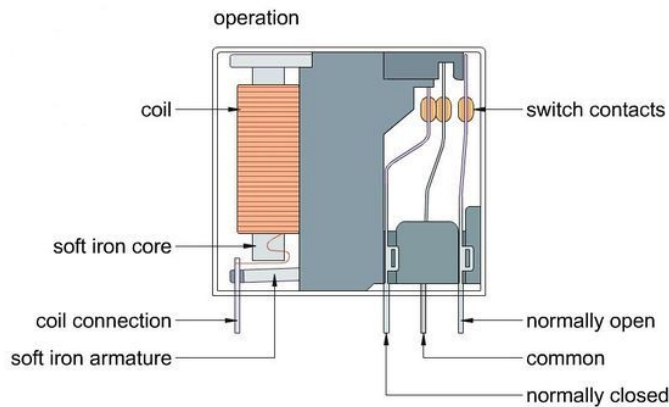


ภาพที่ 7.1 ลักษณะของรีเลย์

ที่มา (ebay and TEM electronics component, 2016)



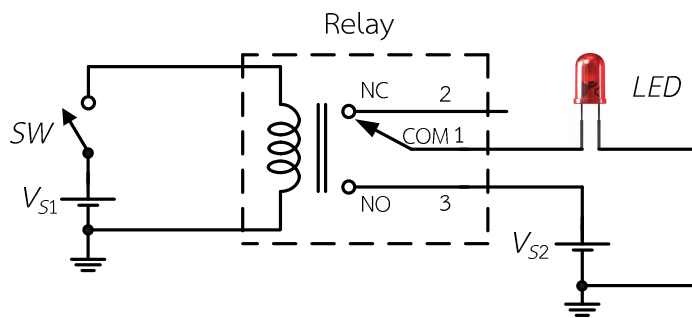
ภาพที่ 7.2 สัญลักษณ์ของรีเลย์



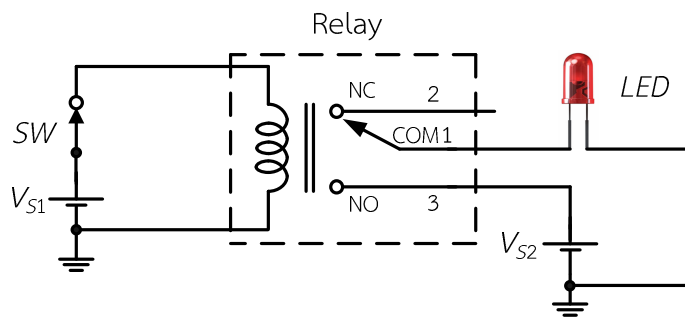
ภาพที่ 7.3 โครงสร้างภายในของรีเลย์
ที่มา (Allied Electronics, 2016)

7.2 วงจรควบคุมรีเลย์

การทำงานของรีเลย์สามารถอธิบายได้ดังนี้ ขณะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวขดลวดเหนี่ยวนำ จะไม่เกิดสนามแม่เหล็ก หน้าสัมผัสสวิตช์ของขา COM จะอยู่ที่ตำแหน่งปกติปิด ทำให้กระแสไม่ไหลผ่าน แอลอีดี แอลอีดีจึงไม่สว่างดังแสดงในรูปที่ 7.4 (ก) กรณีที่เกิดการจ่ายกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ ตัวขดลวดเหนี่ยวนำจะเกิดสนามแม่เหล็ก แรงแม่เหล็กจะทำการดึงขา COM มาอยู่ในตำแหน่งปกติเปิด ส่งผลให้กระแสไหลผ่านแอลอีดี แอลอีดีจึงสว่างดังแสดงในรูปที่ 7.4 (ข)



(ก)

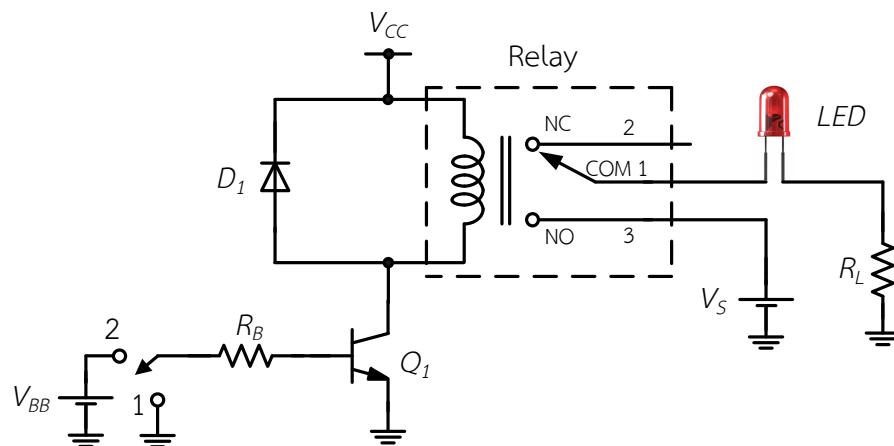


(ข)

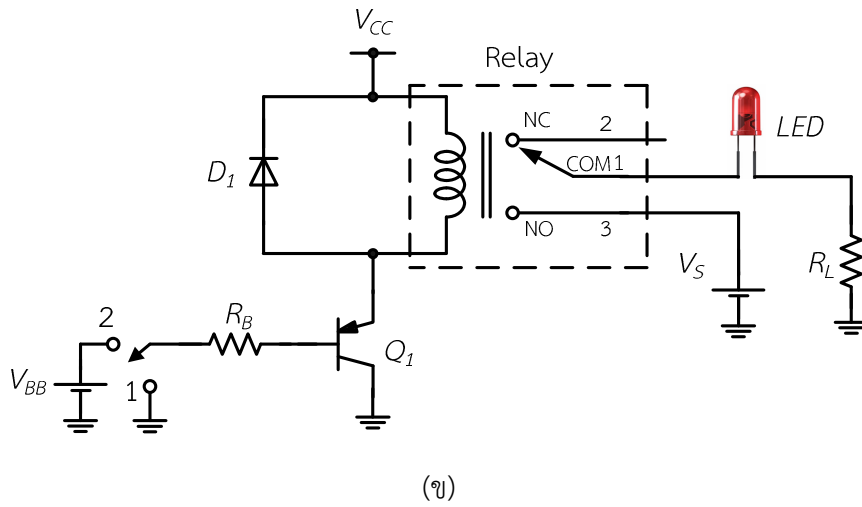
ภาพที่ 7.4 วงจรสวิตช์รีเลย์ที่ควบคุมด้วยสวิตช์ (ก) ขณะสวิตช์เปิด และ (ข) ขณะสวิตช์ปิด

ภาพที่ 7.5 (ก) แสดงวงจรควบคุมรีเลย์ที่ประยุกต์ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทำหน้าที่เป็นสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ การทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ กรณีที่สวิทช์อยู่ในตำแหน่งที่ 1 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อกับกราวด์ ส่งผลไม่เกิดแรงดันระหว่างขาเบสและขาอีมิเตอร์ (V_{BE}) และไม่มีกระแสไหลผ่านขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่มีกระแสคอลเล็กเตอร์ (I_C) ไหลผ่าน ส่งผลให้ขดลวดที่ตัวรีเลย์ไม่มีกระแสไหลผ่านด้วยเช่นกัน ลักษณะดังกล่าวขดลวดจะไม่เกิดสนามแม่เหล็ก ส่งผลให้หน้าสัมผัสสวิทช์ที่ขา COM คงอยู่ที่ตำแหน่ง NC ทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่าน LED LED ก็จะไม่สว่าง กรณีที่สวิทช์อยู่ที่ตำแหน่งที่ 2 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อแหล่งจ่ายแรงดัน (V_{BB}) ทำให้เกิดแรงดัน V_{BE} ส่งผลให้เกิดกระแส I_C ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำและทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นบริเวณรอบตัวเหนี่ยวนำ สนามแม่เหล็กดังกล่าวจะทำให้หน้าสัมผัสสวิทช์ไปอยู่ที่ตำแหน่ง NO ทำให้ LED ต่อกับแหล่งจ่ายแรงดัน (V_S) ลักษณะดังกล่าวจะทำให้เกิดกระแสไหลผ่าน LED และตัวต้านทาน R_L LED จะสว่าง

ภาพที่ 7.5 (ข) แสดงวงจรควบคุมรีเลย์ที่ประยุกต์ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP การทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ กรณีที่สวิทช์อยู่ในตำแหน่งที่ 1 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อกับกราวด์ ส่งผลเกิดแรงดันระหว่างขาอีมิเตอร์ และขาเบส (V_{EB}) และมีกระแสไหลผ่านออกจากขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์มีกระแสไหลเข้าขาอีมิเตอร์ (I_E) และไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ ทำให้ตัวเหนี่ยวนำเกิดสนามแม่เหล็ก สวิทช์สัมผัสเปลี่ยนจากตำแหน่ง NC ไปที่ตำแหน่ง NO ทำให้ LED ต่อกับแรงดัน V_S ทำให้กระแสไหลผ่าน LED และตัวต้านทาน R_L LED จะสว่าง กรณีที่สวิทช์อยู่ในตำแหน่งที่ 2 ตัวต้านทานที่ขาเบส (R_B) ต่อแรงดัน V_{BB} ส่งผลเกิดแรงดันที่ขาเบสมีค่าสูงกว่าแรงดันที่ขาอีมิเตอร์ ($V_B > V_E$) และไม่มีกระแสไหลผ่านออกจากขาเบส ทำให้ทรานซิสเตอร์ไม่เกิดกระแส I_E ไหลผ่าน ส่งผลให้สวิทช์สัมผัสไม่มีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ขา COM ต่อกับตำแหน่ง NC ไม่มีแรงดันและกระแสไหลผ่าน LED



(ก)

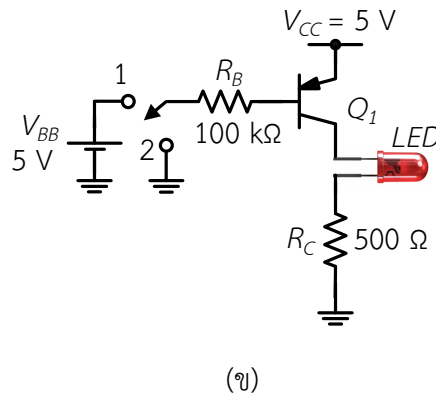
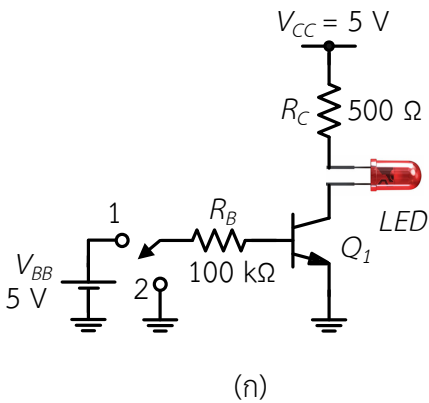


ภาพที่ 7.5 วงจรควบคุมรีเลย์ (ก) ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ (ข) ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

7.3 การทดลองวงจรควบคุมรีเลย์

7.3.1 การทดลองวงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์

7.3.1.1 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.6 (ก)



ภาพที่ 7.6 วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์ (ก) ชนิด NPN และ (ข) ชนิด PNP

7.3.1.2 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{RC} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 $V_{RC} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

7.3.1.3 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{RC} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 $V_{RC} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

7.3.1.4 จงอธิบายการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

7.3.1.5 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.6 (ข)

7.3.1.6 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{RC} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 $V_{RC} = \dots\dots\dots$ V LED

7.3.1.7 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{RC} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 $V_{RC} = \dots\dots\dots$ V LED

7.3.1.8 จงอธิบายการทำงานของวงจร

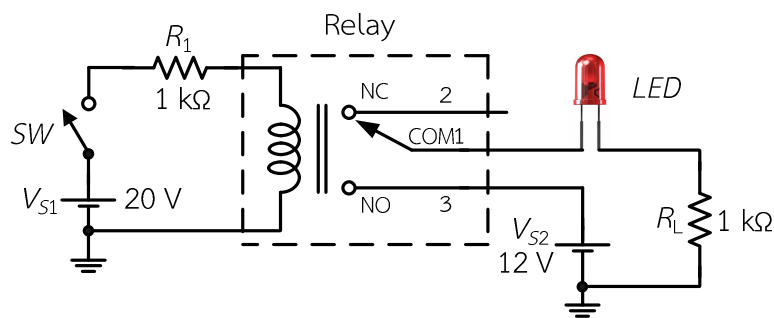
.....

.....

.....

7.3.2 การทดลองวงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์ควบคุมรีเลย์

7.3.2.1 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.7



ภาพที่ 7.7 วงจรสวิตช์ควบคุมรีเลย์

7.3.2.2 ทำการเปิดสวิตช์แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{R1} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

$V_{R1} = \dots\dots\dots$ V LED

7.3.2.3 ทำการปิดสวิตช์แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{R1} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

$V_{R1} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

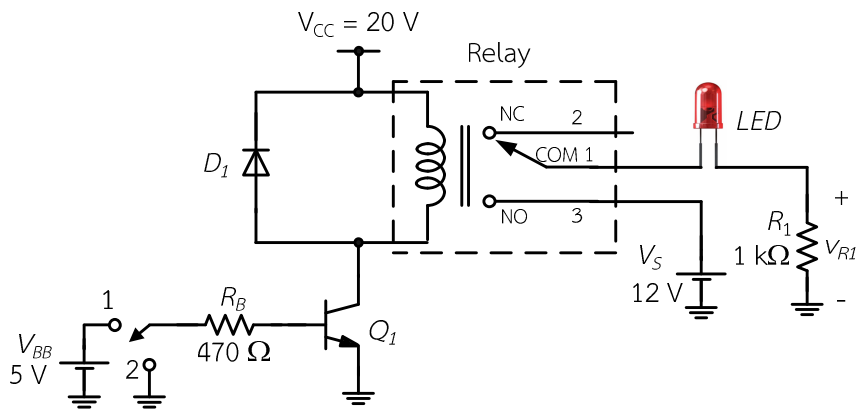
7.3.2.4 จงอธิบายการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

7.3.2.5 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.8



ภาพที่ 7.8 วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ควบคุมรีเลย์

7.3.2.6 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{R1} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 $V_{R1} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

7.3.2.7 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{R1} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 $V_{R1} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

7.3.2.8 จงอธิบายการทำงานของวงจร

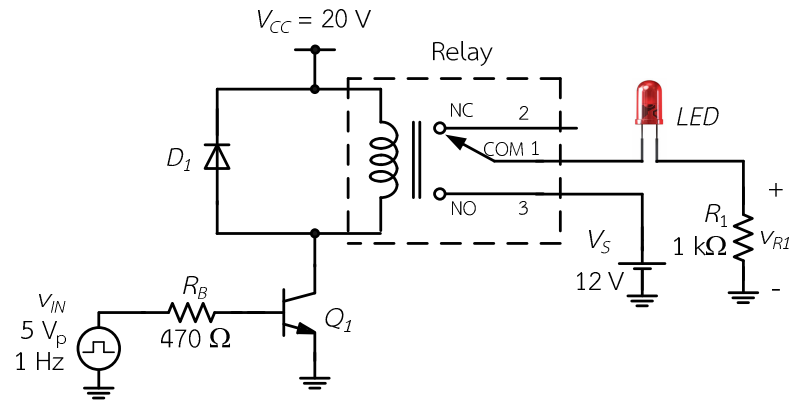
.....

.....

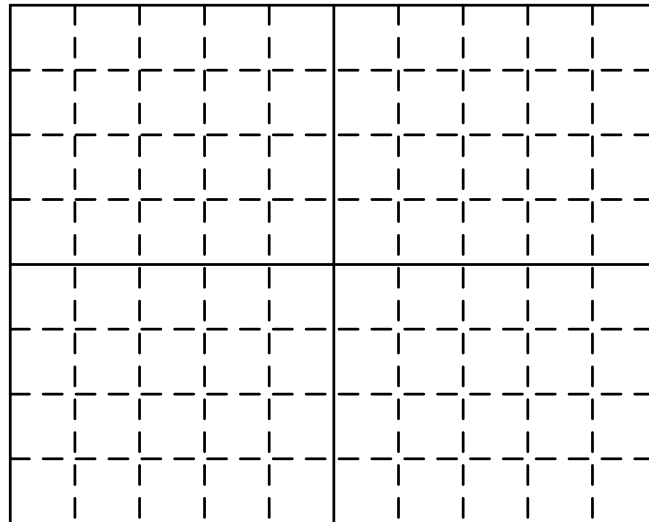
.....

.....

7.3.2.9 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.9 และป้อนสัญญาณพัลส์แรงแต้น $5 V_p$ ที่ความถี่ 1 Hz และ 10 Hz วัดสัญญาณ V_{R1} เทียบกับอินพุตที่ความถี่ 1 Hz และ 10 Hz ลงในภาพที่ 7.10

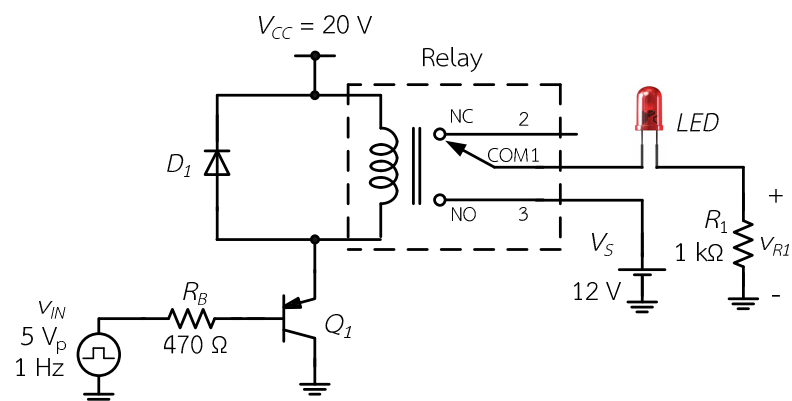


ภาพที่ 7.9 วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ควบคุมรีเลย์



ภาพที่ 7.10 ผลการทดลองวัดแรงแต้น V_{R1}

7.3.2.10 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.11



ภาพที่ 7.11 วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ควบคุมรีเลย์

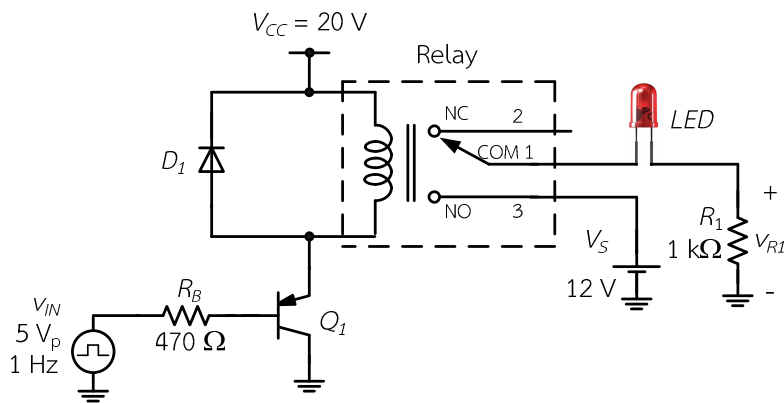
7.3.2.11 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{R1} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 1 $V_{R1} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

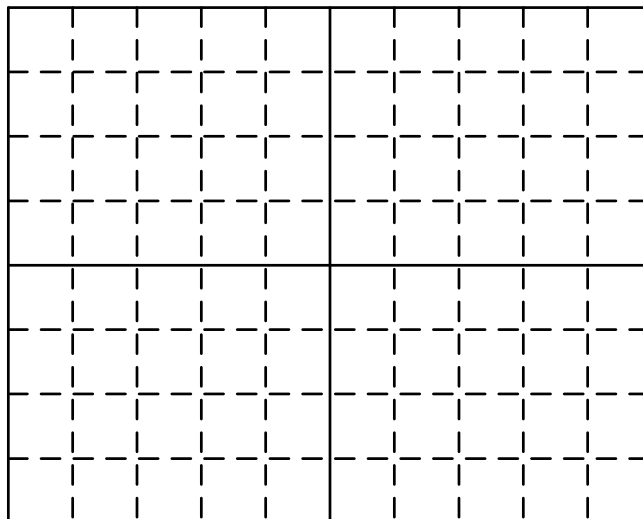
7.3.2.12 สับสวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 แล้วใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดัน V_{R1} และบันทึกลักษณะการแสดงผลของ LED

สวิตช์ไปตำแหน่งที่ 2 $V_{R1} = \dots\dots\dots$ V LED $\dots\dots\dots$

7.3.2.13 ให้ต่อวงจรดังภาพที่ 7.12 และป้อนสัญญาณพัลส์แรงดัน $5 V_p$ ที่ความถี่ 1 Hz และ 10 Hz วัดสัญญาณ V_{R1} เทียบกับอินพุตที่มีความถี่ 1 Hz และ 10 Hz ลงในภาพที่ 7.13



ภาพที่ 7.12 วงจรสวิตช์ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ควบคุมรีเลย์



ภาพที่ 7.13 ผลการทดลองวัดแรงดัน V_{R1}

7.3.2.14 จงอธิบายการทำงานของวงจร

.....

.....

.....

.....

7.4 บทสรุป

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้แรงดันต่ำควบคุมการสวิตช์สัมผัส ซึ่งสวิตช์สัมผัสสามารถใช้กับแรงดันสูงได้ และกระแสสามารถไหลผ่านสวิตช์สัมผัสได้สูง ($> 1 \text{ A}$) รีเลย์ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก การควบคุมกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเพื่อควบคุมการสวิตช์ของรีเลย์สามารถทำได้ด้วยการใช้ทรานซิสเตอร์ หรือมอสเฟต หรือไอจีบีทีทำหน้าที่ควบคุมกระแส

คำถามหลังการทดลอง

1. จากผลการทดลอง การใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP ทำงานลักษณะสวิตช์มีความแตกต่างกันอย่างไร
2. ถ้าใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ทำงานแบบสวิตช์ และขณะจ่ายไฟเลี้ยงแล้ว LED สว่าง จะต้องต่อวงจรรีเลย์อย่างไร
3. ไดโอด D1 ทำหน้าที่อะไร
4. ให้นักศึกษาอธิบายการทำงานของวงจรรีเลย์ที่ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP ที่ทำงานลักษณะสวิตช์ขณะป้อนสัญญาณพัลส์กับลักษณะการแสดงผล LED

