ปฏิบัติการเรื่อง

Basic electronic and Measurement

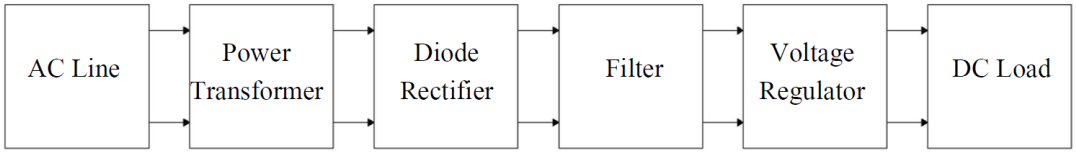
1. วัตถุประสงค์

1.1 เพื่อศึกษาหลักการพื้นฐานการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและการประยุกต์ใช้งาน

1.2 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของตัวตรวจรู้ที่มีสัญญาณแบบอะนาล็อกและแบบดิจิตอล

2. กล่าวนำ

ในภาคอุตสาหกรรมมีการใช้งานอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องมือวัดกันอย่างแพร่หลายในกระบวนการผลิต ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้โดยส่วนใหญ่จะทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง แต่แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าส่วนมากจะเป็นกระแสสลับ เนื่องจากสะดวกต่อการขนส่งพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการศึกษาการแปลงผันแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรงมีความสำคัญมากในการนำไปใช้งานในระบบควบคุมต่างๆ หลักการพื้นฐานในการแปลงแรงดันไฟฟ้า (AC to DC) แสดงดังรูปที่ 1 ประกอบไปด้วย หม้อแปลงไฟฟ้า (power transformer) ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง (AC line) ทางด้านขดลวดปฐมภูมิเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำทางด้านขดลวดทุติยภูมิ เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่ต้องการแก่วงจรเรียงกระแส และในรูปที่ 1 เลือกใช้ไดโอดเป็นตัวเรียงกระแส (diode rectifier) ในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง แต่ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ยังไม่มีเสถียรภาพ จึงจำเป็นต้องกรองสัญญาณ (filter) เพื่อให้ไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้มีเสถียรภาพมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามจะมีการกระเพื่อมของสัญญาณเกิดขึ้น จึงจำเป็นต้องลดค่าการกระเพื่อมลงโดยใช้วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า (voltage regulator) เช่น วงจรซีเนอร์ไดโอดแบบต่อขนานหรือวงจรรวม (integrated circuit) ซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ผ่านวงจรคงค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีความเหมาะสมต่อการใช้งานกับอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องมือวัดได้



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง

3. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 วงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) คือวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีคุณสมบัติยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการแปลงสัญญาณ คือ ไดโอด (Diode) ซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภทได้แก่

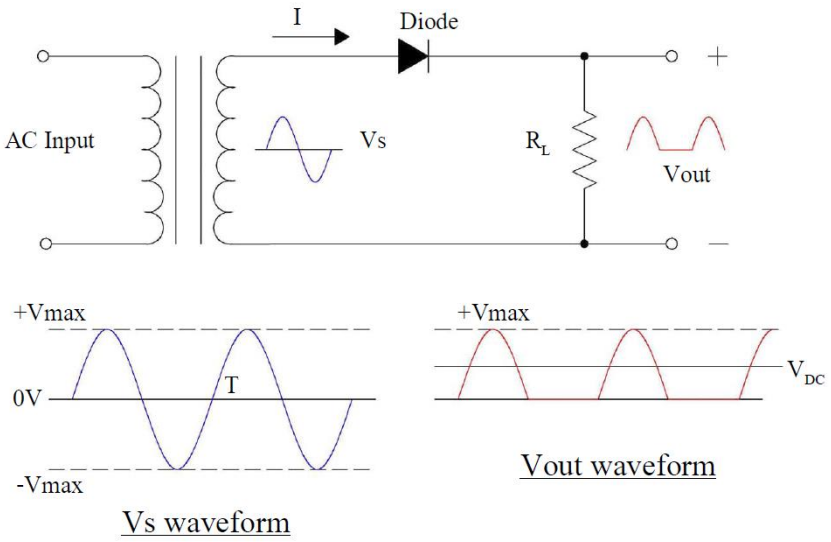
3.1.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Haft Wave Rectifier Circuit) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นแสดงได้ดังรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าแรงดันไฟฟ้าอินพุท V_S เป็นสัญญาณรูปคลื่นซายด์ และค่าแรงดันไฟฟ้า V_{rms} (root mean square voltage) วัดได้จากเครื่องมือวัดมัลติมิเตอร์ และหาค่าได้จากสมการที่ 1 และสมการที่ 2 เมื่อหม้อแปลงด้านทุติยภูมิจ่ายแรงดันไฟฟ้าด้านบวก ไดโอด D1 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสตรงสามารถนำกระแสได้ จะมีกระแสไหลผ่านไปยังโหลดได้ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทจะเป็นสัญญาณรูปคลื่นซายด์ด้านบวก โดยสามารถหาค่าเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทหรือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{DC} ได้จากสมการที่ 3 และไดโอด เมื่อพิจารณาผลของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมไดโอด V_T จะได้สมการค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{DC} ดังสมการที่ 4

$$V_S = V_{\max} \sin \omega t \tag{1}$$

$$V_{rms} input = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T V_s^2(t)dt} = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} = 0.707V_{\max} \tag{2}$$

$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T V_o(t)dt = \frac{1}{T}\int_0^{T/2} V_{\max} \sin \omega t.dt = \frac{V_{\max}}{\pi} = 0.318V_{\max} \tag{3}$$

$$V_{DC} = 0.318(V_{\max} - V_T) \tag{4}$$



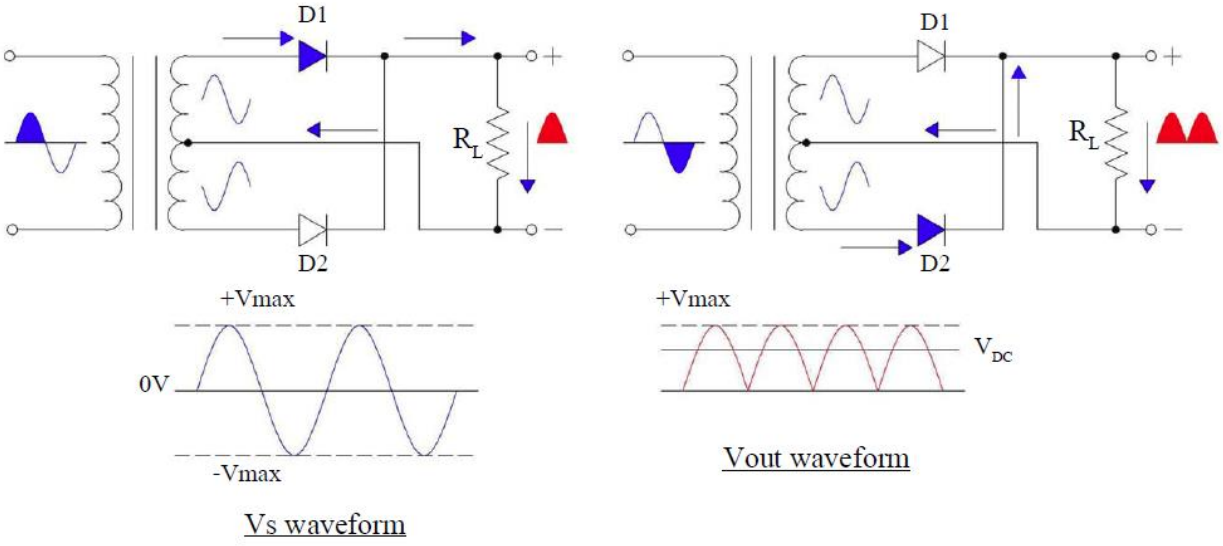
รูปที่ 2 วงจรเรียงเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น

3.1.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier Circuit) จะใช้ไดโอดอย่างน้อย 2 ตัวในวงจรเพื่อจะทำให้ไดโอดสามารถนำกระแสไฟฟ้าในแต่ละครึ่งไซเคิลของไฟฟ้ากระแสสลับ ไดโอดทั้งสองจึงทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับความต้านทานโหลดตัวละครึ่งไซเคิลในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะดังนี้

3.1.2.1 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบเซ็นเตอร์แทป (Center Tap Rectifier Circuit) หรือวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้ไดโอด 2 ตัว แสดงได้ดังรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่าใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแบบมีแทปกึ่งกลาง เพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 2 ช่วง ในขดลวดด้านทุติยภูมิ เมื่อหม้อแปลงจ่ายแรงดันไฟฟ้าด้านบวก ไดโอด D1 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสตรงสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ และจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังโหลดได้ ขณะที่ไดโอด D2 ได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสย้อนกลับไม่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ และเมื่อหม้อแปลงจ่ายแรงดันไฟฟ้าด้านลบ ไดโอด D2 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสตรงสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ และจะมีกระแสไหลผ่านไปยังโหลดได้ ขณะที่ไดโอด D1 ได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสย้อนกลับไม่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ ดังนั้นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทที่ได้จะเป็นสัญญาณรูปคลื่นซายด์ด้านบวกต่อเนื่องกันไป โดยสามารถหาค่า V_{DC} ได้จากสมการที่ 5 และเมื่อพิจารณาผลของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมไดโอด V_T จะได้สมการค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{DC} ได้ดังสมการที่ 6

$$V_{DC} = \frac{1}{T}\int_0^T V_o(t)dt = \frac{2}{T}\int_0^{T/2} V_{\max}\sin\omega t.dt = \frac{2V_{\max}}{\pi} = 0.636V_{\max} \quad (5)$$

$$V_{DC} = 0.636(V_{\max} - V_T) \quad (6)$$

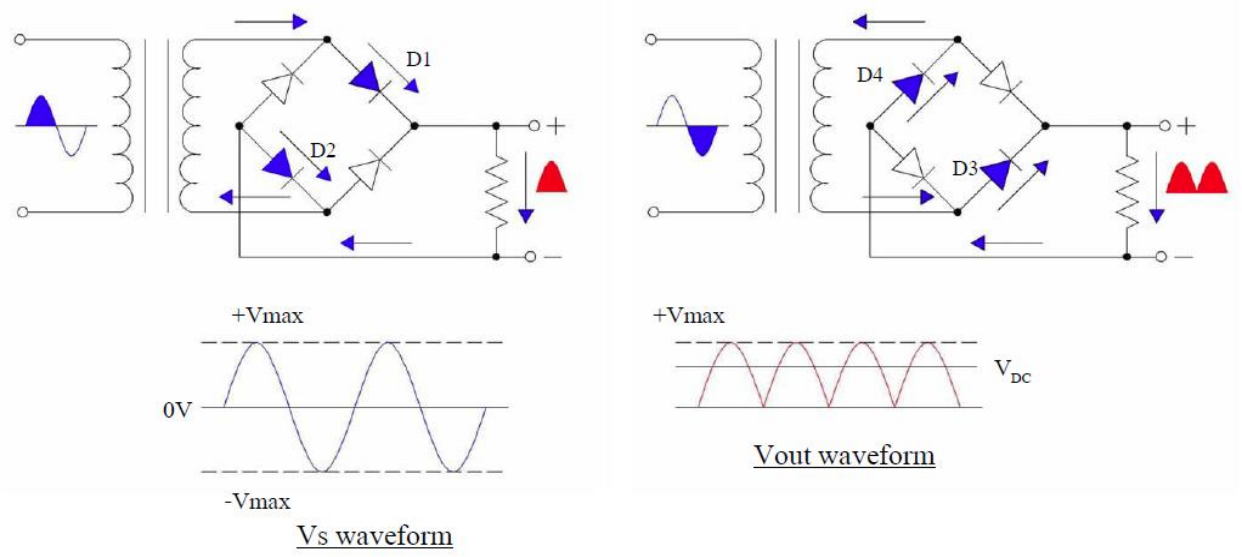


รูปที่ 3 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบเซนเตอร์แทป

3.1.2.2 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier Circuit) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์เป็นวงจรเรียงกระแสที่มีการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน แสดงได้ดังรูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อหม้อแปลงจ่ายแรงดันไฟฟ้าด้านบวก ไดโอด D1 และไดโอด D2 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสตรงสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนไดโอด D3 และ D4 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสย้อนกลับไม่สามารถนำ

กระแสไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจึงไหลผ่าน ไดโอด D1 ผ่านโหลด และผ่านไดโอด D2 ตามลำดับ และเมื่อหม้อแปลงจ่ายแรงดันไฟฟ้าด้านลบ ไดโอด D3 และ ไดโอด D4 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสตรงสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ ส่วนไดโอด D1 และไอโอด D2 จะได้รับแรงดันไฟฟ้าไบอัสย้อนกลับไม่สามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจึงไหลผ่านไอโอด D3 ผ่านโหลด และผ่านไอโอด D4 ตามลำดับ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทที่ได้จะเป็นสัญญาณรูปคลื่นซายด์ด้านบวกต่อเนื่องกันไป โดยสามารถหาค่า V_{DC} ได้จากสมการที่ 5 และเมื่อพิจารณาผลของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมไดโอด จะพบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดจำนวน 2 ตัว เสมอ จะได้สมการค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_{DC} ได้ดังสมการที่ 7

$$V_{DC} = 0.636(V_{\max} - 2V_T) \qquad (7)$$



รูปที่ 4 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์

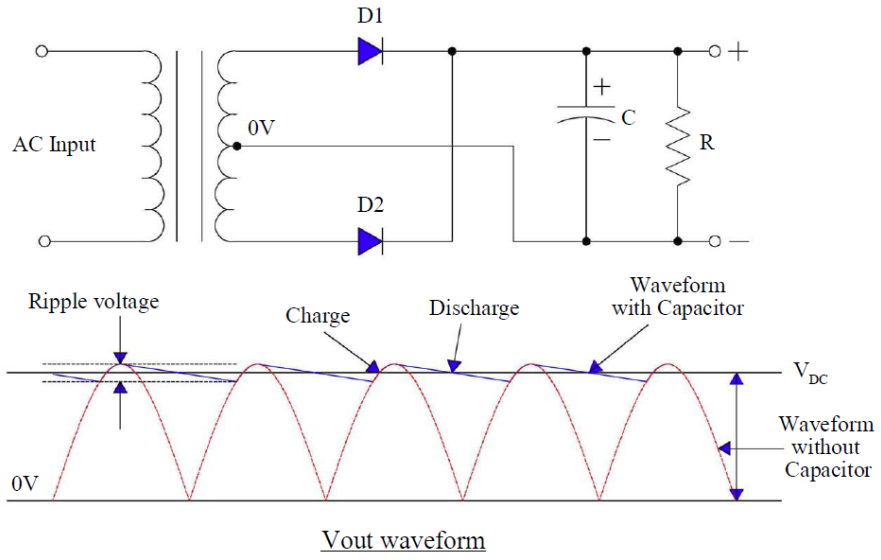
3.2 วงจรกรองสัญญาณ (Filter)

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะมีวงจรกรองสัญญาณแบบง่าย โดยใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าต่อคร่อมทางด้านเอาท์พุทของวงจรเรียงกระแส แสดงได้ดังรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าตัวเก็บประจุจะเริ่มทำการสะสมประจุไฟฟ้า (charge) จนถึงค่าสูงสุดของสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท เมื่อสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทเริ่มมีค่าน้อยกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุสะสมไว้ จะทำให้ตัวเก็บประจุคายประจุไฟฟ้า (discharge) เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโหลด และเมื่อแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทของวงจรเรียงกระแสมีค่ามากกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุ เป็นผลทำให้ตัวเก็บประจุจะเริ่มสะสมประจุไฟฟ้าอีกครั้ง

การกรองสัญญาณในอุดมคติต้องรักษาแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทให้คงที่ ให้มีการคายประจุในช่วงที่ไดโอดไม่นำกระแสน้อยที่สุดหรือในช่วงที่ตัวเก็บประจุทำการคายประจุจะต้องมีค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุคงที่ แต่

การใช้งานจริงนั้นจะมีการสูญเสียประจุไฟฟ้าภายในตัวเอง เป็นผลทำให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทที่ได้เกิดการกระเพื่อมขึ้น โดยการกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทจะขึ้นกับค่าตัวเก็บประจุและค่าโหลด ถ้าหากว่าตัวเก็บประจุมีขนาดใหญ่และโหลดมีค่าน้อย ในช่วงที่ไดโอดไม่นำกระแสจะทำให้กระแสที่ไหลจากตัวเก็บประจุไปยังโหลดมีค่ามาก สัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทจะเกิดการกระเพื่อมน้อย แต่ถ้าค่าของตัวเก็บประจุมีค่าน้อยจะเกิดการคายประจุเร็วและสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทจะเกิดการกระเพื่อมสูง จากวงจรตามรูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม (ripple voltage) แสดงได้ดังสมการที่ 8

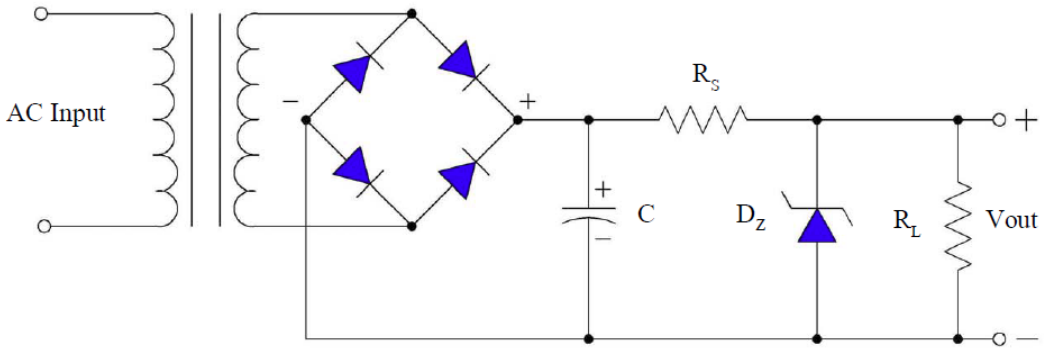
$$V_{ripple} \cong V_{\max} \frac{T}{2CR} \qquad (8)$$



รูปที่ 5 วงจรกรองสัญญาณที่ใช้ตัวเก็บประจุตัวเดียว

3.3 การคงค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulation)

3.3.1 การคงค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยซีเนอร์ไดโอด (Zener diode voltage regulator) การคงค่าแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ซีเนอร์ไดโอดเป็นวงจรอย่างง่าย ในการรักษาค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทให้มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามแรงดันไฟฟ้าอินพุท เราเรียกวงจรคงค่าแรงดันไฟฟ้าแบบขนาน แสดงได้ดังรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่ามีตัวต้านทานต่ออนุกรมและซีเนอร์ไดโอดต่อขนานกับตัวเก็บประจุกรองสัญญาณ โดยที่ค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุทที่ตกคร่อมที่ตัวเก็บประจุจะต้องมีค่ามากกว่าค่าแรงดันไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด V_z จึงจะสามารถยึดค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทให้มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงเท่ากับ V_z ได้

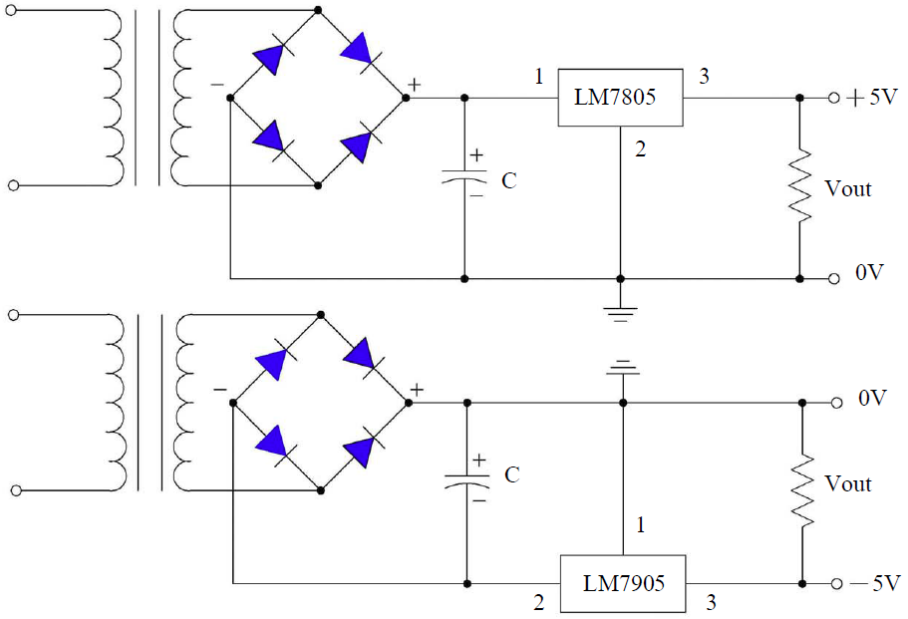


รูปที่ 6 วงจรคงค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยซีเนอร์ไดโอด

3.3.2 การคงค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยไอซีแบบคงที่ (Fixed IC voltage regulator) การใช้งานไอซีแบบคงที่สำหรับคงค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุท แสดงได้ดังรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่าไอซีคงค่าแรงดันไฟฟ้าเบอร์ LM7805 ให้แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทคงที่ +5 V ความคลาดเคลื่อน ±4% ค่ากระแสโหลด 1 A เป็นไอซีแบบ 3 ขา ขา 1 ขั้วไฟฟ้าอินพุท ขา 2 ขั้วกราวด์ และขา 3 ขั้วไฟฟ้าเอาท์พุท และเบอร์ LM7905 ให้แรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทคงที่ -5 V ความคลาดเคลื่อน ±4% ค่ากระแสโหลด 1 A เป็นไอซีแบบ 3 ขา ขา 1 ขั้วกราวด์ ขา 2 ขั้วไฟฟ้าอินพุท และขา 3 ขั้วไฟฟ้าเอาท์พุท นอกจากนี้ไอซียังมีย่านค่าแรงดันไฟฟ้าให้เลือกใช้งานได้ดังนี้ ไอซีเบอร์ LM78XX มีย่านแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทตั้งแต่ 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18 และ 24 VDC ส่วนไอซีเบอร์ LM79XX มีย่านแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทตั้งแต่ -5, -6, -8, -9, -10, -12, -15, -18 และ -24 VDC ซึ่งไอซีสามารถคงค่าแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุทให้คงที่แล้ว ยังลดทอนการเกิดแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมทางด้านเอาท์พุทได้ด้วย ค่าอัตราส่วนการกำจัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อม (ripple rejection ratio, RRR) แสดงได้ดังสมการที่ 9

โดยที่ V_{ri} และ V_{ro} คือค่าแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมทางด้านอินพุทและทางด้านเอาท์พุท โดยทั่วไปไอซีคงค่าแรงดันไฟฟ้า 5 V จะทำงานที่ความถี่ 120 Hz มีค่าพิกัด RRR เท่ากับ 78 dB ซึ่งหมายความว่าถ้าแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมทางด้านอินพุทมีขนาด 1 V แล้วแรงดันไฟฟ้ากระเพื่อมทางด้านเอาท์พุทจะมีขนาดเท่ากับ 0.126 mV

$$RRR(dB) = 20\log\left(\frac{V_{ri}}{V_{ro}}\right) \qquad (9)$$



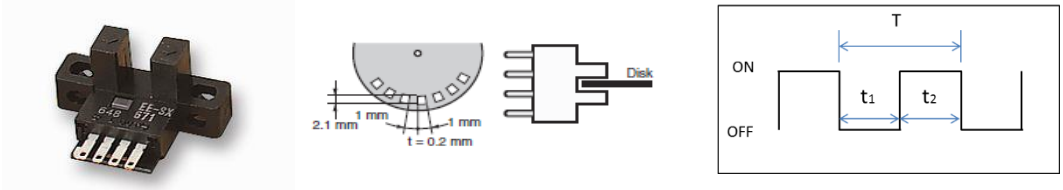
รูปที่ 7 วงจรคงค่าแรงดันไฟฟ้าด้วยไอซีแบบคงที่

3.4 ตัวตรวจรู้ (Sensor)

ตัวตรวจรู้ (Sensor) คืออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การพาณิชย์ หรือ สาขาอื่น มนุษย์เรามักต้องเกี่ยวข้องกับปริมาณ(Quantity) เราวัดค่า เราแสดง เราบันทึก เรากระทำเชิงเลข เราสังเกต หรือทำสิ่งหนึ่งสิ่งใด กับปริมาณในระบบทางกายภาพรอบ ๆตัวเรา สิ่งสำคัญ คือ เราจะแสดง หรือแทนค่าของปริมาณเหล่านั้นอย่างมีประสิทธิภาพและเที่ยงตรงได้อย่างไร หลักๆแล้วหากเราพิจารณาสัญญาณที่ออกมาจากตัวเซนเซอร์มีการแสดงปริมาณมีสองรูปแบบ คือ ตัวตรวจรู้สัญญาณดิจิตอล และตัวตรวจรู้สัญญาณอนาล็อก

3.4.1 ตัวตรวจรู้สัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) ในการแทนค่าแบบดิจิตอล ปริมาณจะแทนด้วย สัญลักษณ์ ตัวเลข (Digit) ที่ไม่แปรค่าต่อเนื่องกับปริมาณที่สนใจนั้นๆ เช่น นาฬิกาดิจิตอลที่แสดงเป็นตัวเลข ซึ่งเวลาเปลี่ยนไปอย่างต่อเนื่องแต่ นาฬิกาเปลี่ยนค่าในรูปนาทีหรือวินาทีอย่างไม่ต่อเนื่อง (Discrete) เป็นช่วงๆ ตัวอย่างเช่น

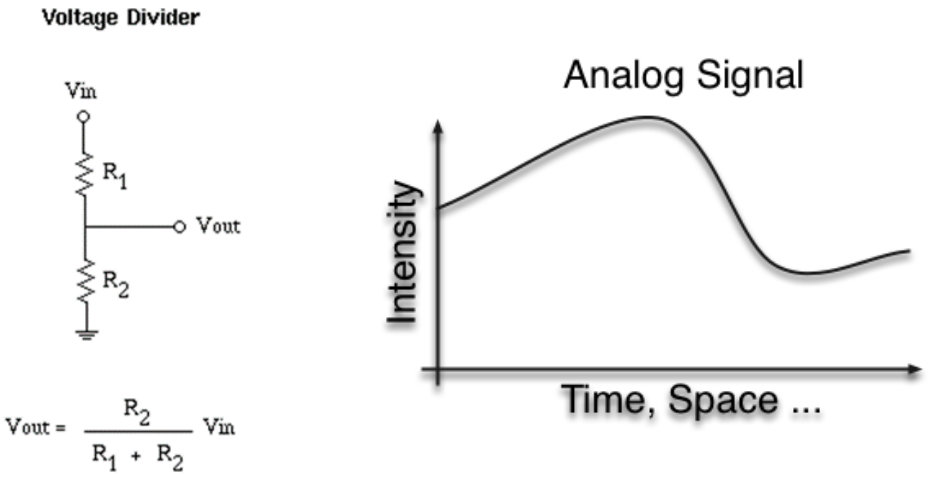
เซนเซอร์ที่มีเอาต์พุตเป็นดิจิตอล(Digital)



รูปที่ 8 เซนเซอร์ที่มีเอาต์พุตแบบดิจิตอล(Digital)

3.4.2 ตัวตรวจรู้สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal) ในการแทนค่าแบบอนาล็อก ปริมาณจะแสดงด้วย แรงดันหรือ กระแสไฟฟ้า หรือ อาจแทนด้วยการเคลื่อนที่ของเข็มมิเตอร์ที่แปรผันตามค่าของปริมาณนั้นๆ อย่างต่อเนื่อง (Proportional) ตัวอย่างเช่น การเบี่ยงเบนของเข็มในมาตราวัดความเร็วของรถยนต์สัมพันธ์กับความเร็วของตัวรถยนต์เอง ตัวอย่างอื่นๆ เช่น แรงดันไฟฟ้าจากไมโครโฟนเปลี่ยนแปลงตามความดันเสียงที่ได้รับปริมาณอนาลอกมีลักษณะประจำตัวคือ ปริมาณอนาล็อกสามารถเปลี่ยนแปลงได้อย่างต่อเนื่องในช่วงหนึ่งๆ ตัวอย่างเช่น

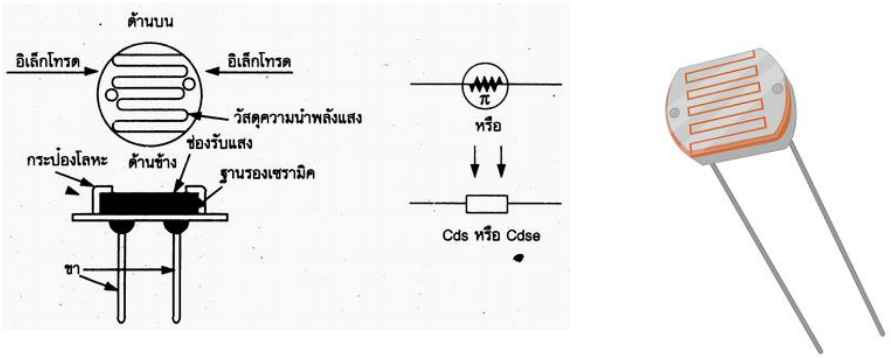
เซนเซอร์ที่มีเอาต์พุตเป็นอนาล็อก(Analog)



(a) (b)

รูปที่ 9 (a)แสดงการต่อวงจรVoltage Divider (b) แสดงสัญญาณที่ออกมาจากวงจร (a) เมื่อ R1และ R2 มีการเปลี่ยนแปลง

LDR : (Light Dependent Resistor) แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor) คือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง กล่าวคือ ตัวความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้า ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ บางครั้งเรียกว่าโฟโตรีซีสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดัคเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมี่ยมซัลไฟด์ (Cds : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมี่ยมซิลินายส์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบไว้ออกมา



รูปที่ 10 แสดงแอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor)

แอลดีอาร์ (LDR : Light Dependent Resistor) คือ ความต้านทานชนิดที่ไวต่อแสง กล่าวคือ ตัวความต้านทานนี้สามารถเปลี่ยนสภาพทางความนำไฟฟ้า ได้เมื่อมีแสงมาตกกระทบ บางครั้งเรียกว่าโฟโตรีซีสเตอร์ (Photo Resistor) หรือ โฟโตคอนดัคเตอร์ (Photo Conductor) เป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor) ประเภทแคดเมี่ยมซัลไฟด์ (Cds : Cadmium Sulfide) หรือแคดเมี่ยมซิลินายส์ (CdSe : Cadmium Selenide) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรอง แล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ ไว้ออกมา

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดมีแทปกึ่งกลาง (Center-tap transformer) 220 VAC to 6,9,12 VAC
2. ดิจิทัลมัลติมิเตอร์ (Digital multimeter)
3. ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)
4. ไดโอด (Diode) เบอร์ 1N4002
5. ไอซีคงค่าแรงดันไฟฟ้า (IC regulator) เบอร์ 7805, 7809, 7812 และ 7905, 7909, 7912
6. ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ขนาด 4.7uF, 10uF, 100uF, 2,200uF
7. ความต้านทาน (Resistor) ขนาด 500Ω, 1.1 kΩ, 3.9kΩ
8. ไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting diode)

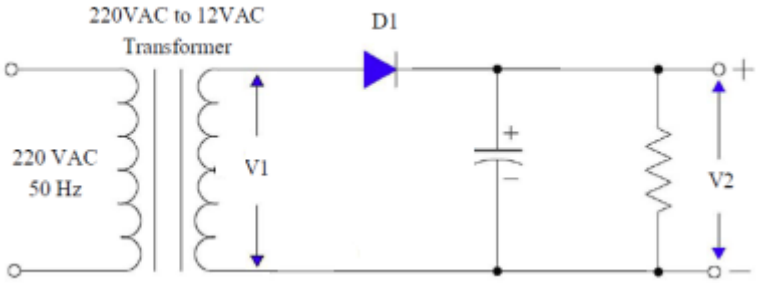
5. ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองที่ 1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Haft Wave Rectifier Circuit)

วัตถุประสงค์ - เพื่อศึกษาวงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Haft Wave Rectifier Circuit)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 11
2. ใช้มิเตอร์วัดแรงดัน V1 และ V2 บันทึกผล
3. ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาน V1 และ V2 บันทึกผล



รูปที่ 11 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่ใช้ไดโอด 1 ตัว

ตารางที่ 1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นใช้ไดโอด 1 ตัว

V (AC)	V1 Scope	V1 DMM	V2 Scope	V2(DC) DMM

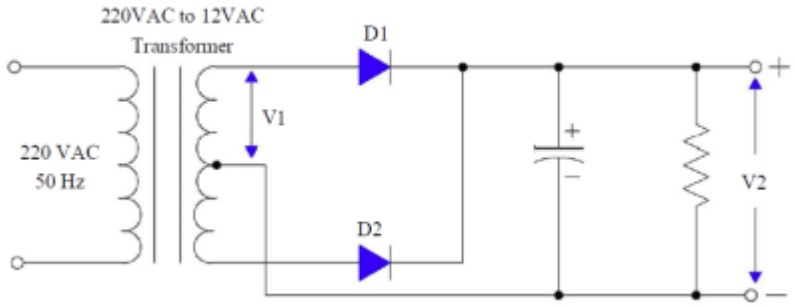
การวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier Circuit)

วัตถุประสงค์ - เพื่อศึกษาวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier Circuit)แบบใช้ไดโอด 2 ตัว

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 12
2. ใช้มิเตอร์วัดแรงดัน V1 และ V2 บันทึกผล
3. ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาน V1 และ V2 บันทึกผล



รูปที่ 12 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น (Full Wave Rectifier Circuit)แบบใช้ไดโอด 2 ตัว

ตารางที่ 2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่ใช้ไดโอด 2 ตัว

V (AC)	V1 Scope	V1 DMM	V2 Scope	V2(DC) DMM

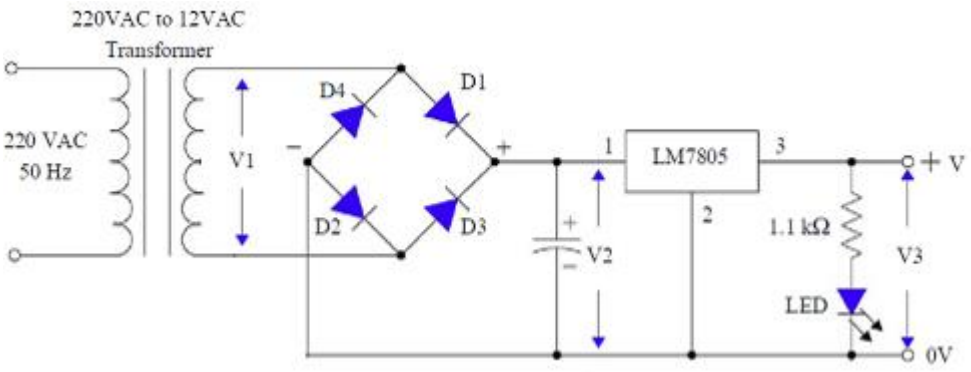
การวิเคราะห์ผล

การทดลองที่ 3 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier Circuit)

วัตถุประสงค์ -เพื่อศึกษาวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier Circuit)ใช้ไดโอด 4 ตัว

ขั้นตอนการทดลอง 3.1

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 13
2. ใช้มิเตอร์วัดแรงดัน V1,V2 และ V3 บันทึกผล
3. ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาน V1,V2 และ V3 บันทึกผล



รูปที่ 13 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงแบบคู่ ใช้ไอซีคงค่าแรงดันไฟฟ้า

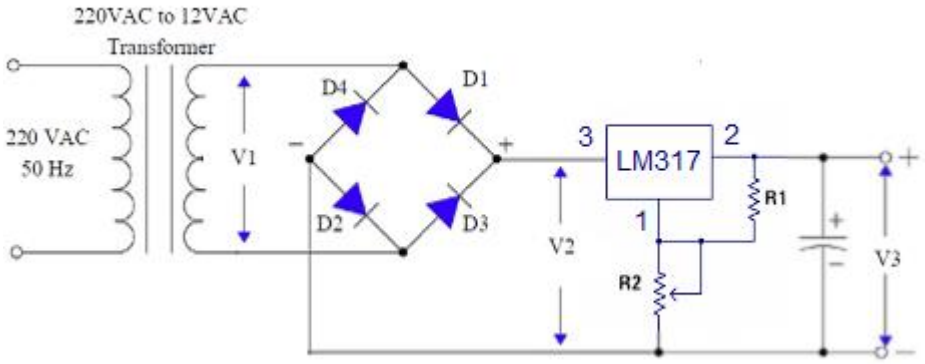
ตารางที่ 3 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ไอซีเบอร์ LM7805

$V1_{rms}$(AC)	V2(DC)	V3(DC)

การวิเคราะห์ผล

ขั้นตอนการทดลอง 3.2

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 14 และทำการปรับ R2 ในวงจร
2. ใช้มิเตอร์วัดแรงดัน V1,V2 และ V3 บันทึกผล
3. ใช้ Oscilloscope วัดสัญญาน V1,V2 และ V3 บันทึกผล



รูปที่ 14 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงแบบคู่ ใช้ไอซีคงค่าแรงดันไฟฟ้าแบบปรับค่าได้

ตารางที่ 4 วงจรแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ไอซีเบอร์ LM317

	$V1_{rms}$(AC)	V2(DC)	V3(DC)
ปรับ R2 ที่ 0 องศา			
ปรับ R2 ที่ 90 องศา			
ปรับ R2 ที่ 180 องศา			

การวิเคราะห์ผล

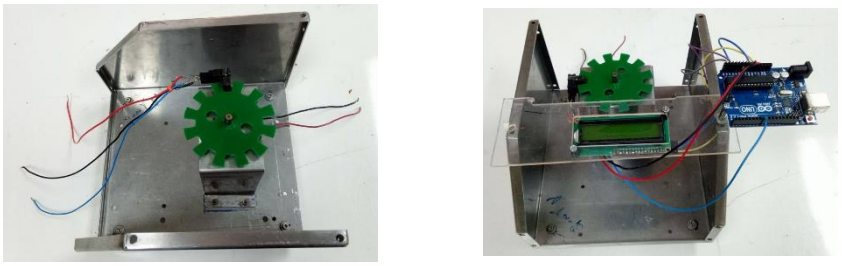
<u>การทดลองที่ 4</u> ตัวตรวจรู้ (Sensor)

<u>วัตถุประสงค์</u> - เพื่อศึกษาตัวตรวจรู้ที่ให้สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Signal)

- เพื่อศึกษาตัวตรวจรู้ที่ให้สัญญาณแบบอนาล็อก (Analog Signal)

<u>ขั้นตอนการทดลอง 4.1</u>

1. ทำการต่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการทดลองข้างต้นให้กับเซนเซอร์ปริมาณ 5 V
2. จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ปรับค่าได้ให้กับมอเตอร์
3. วัดสัญญาณเพื่อมาทำการคำนวณหารอบของมอเตอร์
4. ทำการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ให้ได้จำนวน 5 ค่าแรงดัน
5. ใช้บอร์ด Arduino ใช้วัดรอบของมอเตอร์
6. คำนวณหาค่าต่าง ๆ ตามตาราง



รูปที่ 15 การต่ออุปกรณ์ตัวตรวจรู้ที่ให้สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Signal)

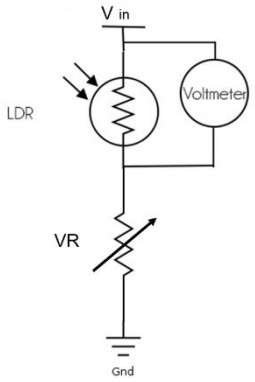
<u>ตารางที่ 5</u> ตัวตรวจรู้ที่ให้สัญญาณแบบดิจิตอล (Digital Signal)

แรงดันไฟฟ้าที่เข้ามอเตอร์	รอบที่คำนวณได้	รอบที่ใช้เครื่องมือวัด	%Error
5V			
7V			
10V			
12V			
15V			

<u>การวิเคราะห์ผล</u>

ขั้นตอนการทดลอง4.2

1. ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 16 กำหนด Vin = 12V , VR = 5 k
2. หลังจากนั้นวัดแรงดันตกคร่อมที่ LDR
3. คำนวณหาค่าของความต้านทานของ LDR ในแต่ละสถานะของ LRD ตามตารางกำหนด



รูปที่ 16 วงจรการทดลอง

ตารางที่ -6 ตัวตรวจรู้ที่ให้สัญญาณแบบอนาล็อก (Analog Signal)

สถานะของ LDR	Vin	VR	V LRD	R LRD
แสงจากหลอดนีออน				
ทึบแสง				
แสงจากไฟแฟส				

การวิเคราะห์ผล

เอกสารอ้างอิง

1. Albert Malvino, David J. Bates, "Electronic principles seventh edition ", McGRAW-HILL, 2006.
2. Robert Boylested, Loius Nashelsky, “Electronics a survey of electrical engineering principles fourth edition”, Prentice-Hall, 1997.
3. Allan Robbins, Wilhelm Miller, “Circuit analysis theory and practice”, Delmar Publishers, 1995.
4. อาทิตย์ ศรีแก้ว, "Engineering electronics laboratory", Suranaree University of Technology, 2556.
5. ทิพย์วรรณ ฟังสุวรรณรักษ์, "Electrical engineering laboratory", Suranaree University of Technology, 2556.