



LAB 5 ไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวสำหรับอาคารพักอาศัย และกำลังไฟฟ้า

สถานที่เรียน : ห้อง L 2 LAB ไฟฟ้า อาคารปฏิบัติการไฟฟ้า (ตึก L)

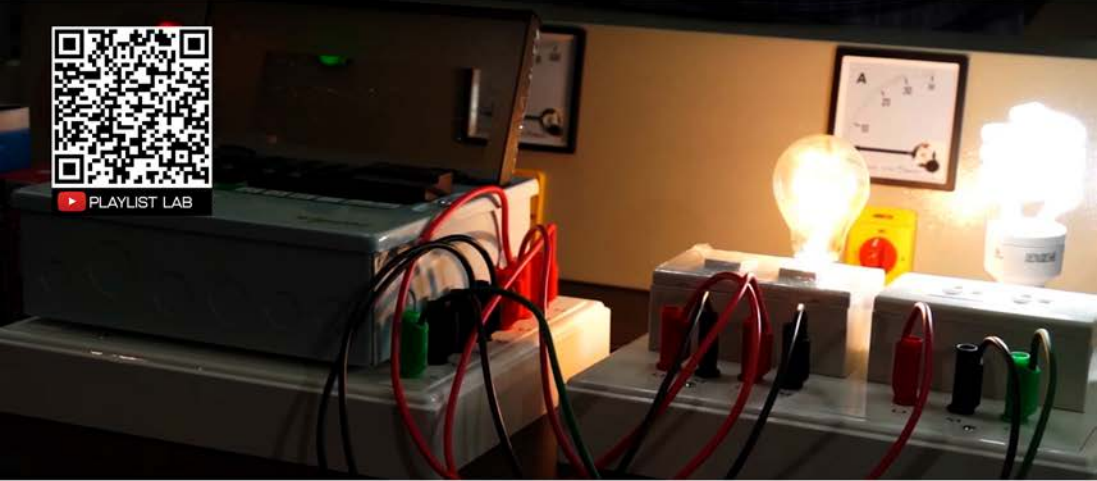


ขั้นตอนการทดลอง/ปฏิบัติการ

: Youtube



PLAYLIST LAB



ปฏิบัติการทดลอง : ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

เฟสเดียวสำหรับอาคารพักอาศัย และกำลังไฟฟ้า

ต้องการให้นักศึกษาเข้าใจระหว่างความแตกต่างของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน หลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ และหลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ว่ามีข้อแตกต่างกันอย่างไร ?

ข้อควรระวัง

ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำปฏิบัติการ

1. เนื่องจากเป็นการทดลองกับระบบไฟฟ้า หากผิดพลาดอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตของผู้ทดลอง ดังนั้นนักศึกษาต้องแต่งกายให้ถูกต้อง ไม่สวมใส่เครื่องประดับโลหะที่มีสายระโยงระยาง และทำการรวบรวมให้เรียบร้อย ห้ามนักศึกษาสัมผัสโดยตรงกับขั้วไฟฟ้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าโดยเด็ดขาด
2. ก่อนการจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ชุดทดลอง ต้องให้ผู้ควบคุมการทดลองตรวจสอบความถูกต้องทุกครั้ง
3. ห้ามนำชิ้นส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้าแบบอื่นๆ ไปต่อเข้ากับชุดทดลองโดยไม่ได้รับอนุญาต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว และอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้า ในอาคารพักอาศัย
2. เพื่อให้นักศึกษาได้รู้จักปริมาณทางไฟฟ้ากระแสสลับได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า
3. เพื่อให้นักศึกษาได้เปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า 2 ชนิด และเข้าใจหลักการประหยัดพลังงานเบื้องต้น

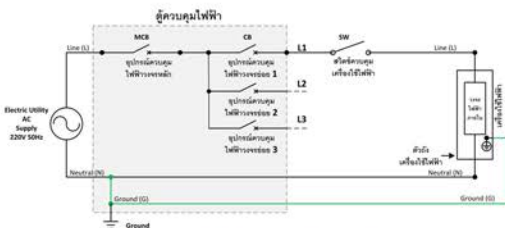
ทฤษฎี

ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

การผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย ในปัจจุบันมีผู้รับผิดชอบด้วยกัน 3 หน่วยงานคือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) มีหน้าที่รับผิดชอบการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของประเทศไทย การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายประกอบด้วย 2 หน่วยงานคือ การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) มีหน้าที่รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟในกรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) รับผิดชอบการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟในเขตที่เหลือทั้งหมดของประเทศไทย โดยการผลิตไฟฟ้า และส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับใช้ความถี่ของแรงดันไฟฟ้า 50 เฮิรตซ์ ส่วระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้ผู้ใช้ไฟนั้นจะแตกต่างกันไปตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟนั้นๆ



สำหรับผู้ที่ใช้ไฟฟ้าในระดับที่พักอาศัยและในอาคารทั่วไปจะเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันต่ำ บ้านเรือนที่พักอาศัยในพื้นที่บริการของ กฟน. จะเป็นระบบไฟฟ้าเฟสเดียว 2 สาย ระดับแรงดันไฟฟ้า 230 โวลต์ (ช่วงระดับแรงดันกรณีจ่ายไฟปกติต่ำสุด 214 โวลต์ สูงสุด 237 โวลต์) ส่วนในพื้นที่บริการของ กฟภ. จะเป็นระบบไฟฟ้าเฟสเดียว 2 สาย ระดับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ (ช่วงระดับแรงดันกรณีจ่ายไฟปกติต่ำสุด 200 โวลต์ สูงสุด 240 โวลต์)



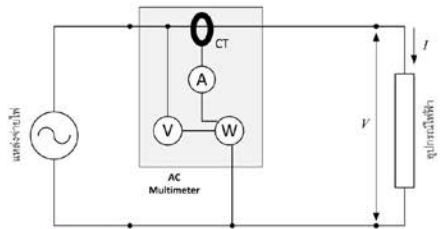
รูปที่ 1 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว

วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวแสดงได้ดังรูปที่ 1 โดยประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับอุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าเหล่านี้จะทำหน้าที่ตัดต่อแหล่งจ่ายไฟกับเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและป้องกันระบบไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าเฟสเดียวสองสายดังรูปที่ 1 นั้น สายไฟนำกระแสไฟที่จะเรียกว่าสายไลน์ และสายนิวทรัล โดยสายตัวนำนิวทรัลจะถูกต่อลงดิน ที่ตู้ควบคุมไฟในบ้านสายตัวนำนิวทรัลจึงมีระดับแรงดันไฟฟ้า เท่ากับผิวดิน ดังนั้นสายตัวนำไลน์จึงมีระดับแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 220 หรือ 230 โวลต์เทียบกับผิวโลก ถ้าใช้ไขควงวัดไฟแตะที่ตัวนำของสายไลน์หลอดไฟของไขควงวัดไฟจะสว่างขึ้น แต่ถ้าแตะที่สายนิวทรัลหลอดไฟจะไม่ติด การต่อสายนิวทรัลลงดินนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ไฟ โดยหากมีสวิตช์ส่วนหนึ่งของตัวถังที่เป็นโลหะของเครื่องใช้ไฟฟ้าสัมผัสกับส่วนใดส่วนหนึ่งในวงจรไฟฟ้าจะทำให้มีแรงดันไฟฟ้าที่ส่วนนั้นของตัวถัง เมื่อผู้ที่ใช้ไฟฟ้าไปสัมผัสแล้วจะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านผู้ใช้ไหลลงดิน และถ้ากระแสมีขนาดสูงพอก็อาจทำให้ผู้ใช้ไฟได้รับอันตรายถึงชีวิตได้เครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า เป็นต้น จึงบังคับให้ต่อตัวถังเครื่องใช้ ไฟฟ้า ส่วนที่เป็นโลหะเข้ากับสายดินที่ลากมาจากจุดต่อลงดินที่ตู้ควบคุมไฟ และมีอุปกรณ์ตรวจสอบกระแสไฟฟ้ารั่วไหลเพื่อป้องกันผู้ใช้ไฟจากไฟฟ้ารั่ว

ปริมาณทางไฟฟ้ากระแสสลับ

เนื่องจากปริมาณทางไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้ากระแสสลับมีลักษณะเป็นคลื่นที่มีคาบเวลาหรือความถี่ที่ปริมาณทางไฟฟ้าจึงถูกวัด และแสดงในลักษณะของค่าเฉลี่ยเชิงเวลาเรียกว่าค่าอาร์เอ็มเอส (RMS: Root Mean Square Value) ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับกำลังหรืองานเชิงกลที่ได้จากการใช้ไฟฟ้า แผนผังการวัดแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 2 โดยประกอบด้วยส่วนการวัดแรงดัน (Volt meter) ส่วนการวัดกระแส (Amp meter) และ ส่วนการวัดกำลังไฟฟ้า (Watt meter) ที่ต้องอาศัยการวัดแรงดันและกระแสพร้อมกัน



รูปที่ 2 โดยแอมมมิเตอร์แสดงการวัดแรงดัน (V) กระแส (A) และกำลังไฟฟ้า (W)

กำลังไฟฟ้าในระบบกระแสสลับมี 3 ชนิดคือ กำลังไฟฟ้าจริง (Real power, P) กำลังไฟฟ้าเสมือน (Reactive power, Q) และกำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent power, S) ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน และสามารถคำนวณได้ดังนี้

กำลังไฟฟ้าปรากฏ มีหน่วยเป็นวอลต์ (VA) เกิดจากผลคูณของกระแสอาร์เอ็มเอสและ แรงดันอาร์เอ็มเอสของอุปกรณ์ไฟฟ้า

$$S = VI \quad (1)$$

เมื่อ V และ I คือค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสและค่ากระแสอาร์เอ็มเอสของอุปกรณ์ไฟฟ้าตามลำดับ

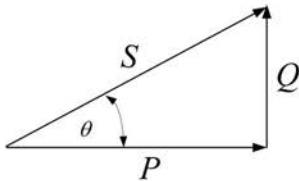
กำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วยเป็นวัตต์ (W) คือส่วนของกำลังไฟฟ้าปรากฏที่ทำให้เกิดกำลังหรือ งานทางกล เช่นการเคลื่อนที่ การหมุน แสง เสียง ความร้อน มีหน่วยเป็นวัตต์ กำลังไฟฟ้าจริงจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับกำลังไฟฟ้าปรากฏเสมอ อัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าจริงต่อกำลังไฟฟ้าปรากฏเรียกว่า ค่าองค์ประกอบกำลัง หรือค่า พาวเวอร์แฟคเตอร์ (Powerfactor, PF.) นั่นคือ

$$pf. = \frac{P}{S} \text{ or } P = S \times pf. \quad (2)$$

กำลังไฟฟ้าเสมือน มีหน่วยเป็นวาร์ (Var) คือส่วนของกำลังไฟฟ้าปรากฏที่ไม่ได้เปลี่ยนเป็นกำลังไฟฟ้าจริง สามารถคำนวณได้จาก

$$P^2 + Q^2 = S^2 \text{ or } Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (3)$$

กำลังไฟฟ้าเสมือนอาจเป็นปริมาณที่เป็นบวกหรือลบก็ได้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าความสัมพันธ์ของ S , P และ Q สามารถแสดงได้เป็นสามเหลี่ยมกำลังดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 สามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากระแสสลับ

พลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็นจูลส์ (Joules) สามารถคำนวณได้จากกำลังไฟฟ้าจริงและเวลาดังนี้

$$W(t) = \int_0^t P(\tau) d\tau + W(0) \quad (4)$$

เมื่อ $P(t)$ คือกำลังไฟฟ้าที่เป็นฟังก์ชันของเวลา และ $W(0)$ คือค่าพลังงานเริ่มต้นถ้าให้พลังงานเริ่มต้นเป็นศูนย์และกำลังไฟฟ้าเป็นค่าคงที่ สามารถคำนวณพลังงานไฟฟ้าได้จาก

$$W = P \times t \quad (5)$$

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าระดับครัวเรือน การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายจะคิดค่าไฟจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผู้ใช้ไฟฟ้าใช้ไป โดยคิดค่าไฟฟ้าจากหน่วยพลังงานไฟฟ้า kW-Hour หรือ กิโลวัตต์ต่ออาเอร์ หรือเรียกสั้นๆ ว่าหน่วยหรือยูนิต นั่นเอง โดยคำนวณได้จาก

$$kWhr = \left(\int_0^t \frac{P(\tau)}{1000} d\tau \right) \times 3600 \quad (6)$$

ถ้ากำลังไฟฟ้าคงที่

$$kWhr = \frac{P}{1000} \times hr \quad (7)$$

อุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับเรียกว่า kW-hour meter หรือ มิเตอร์ไฟฟ้า โดยจะแสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในหน่วย กิโลวัตต์ต่ออาเอร์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง/ปฏิบัติการ

1. ชุดจำลองตู้ควบคุมไฟฟ้า

2. ชุดจำลองเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.1. หลอดไส้ incandescent 100W ให้ปริมาณแสง 1600 Lumen

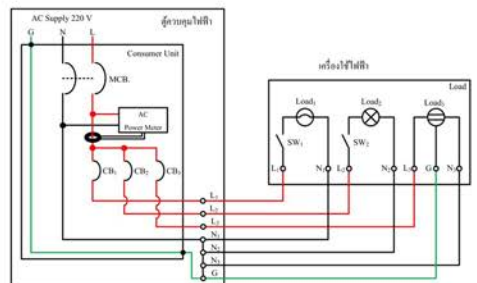
2.2. หลอดฟลูออเรสเซนต์คอมแพ็ค (CFL) 23W ให้ปริมาณแสง 1400 Lumen

3. สายไฟ

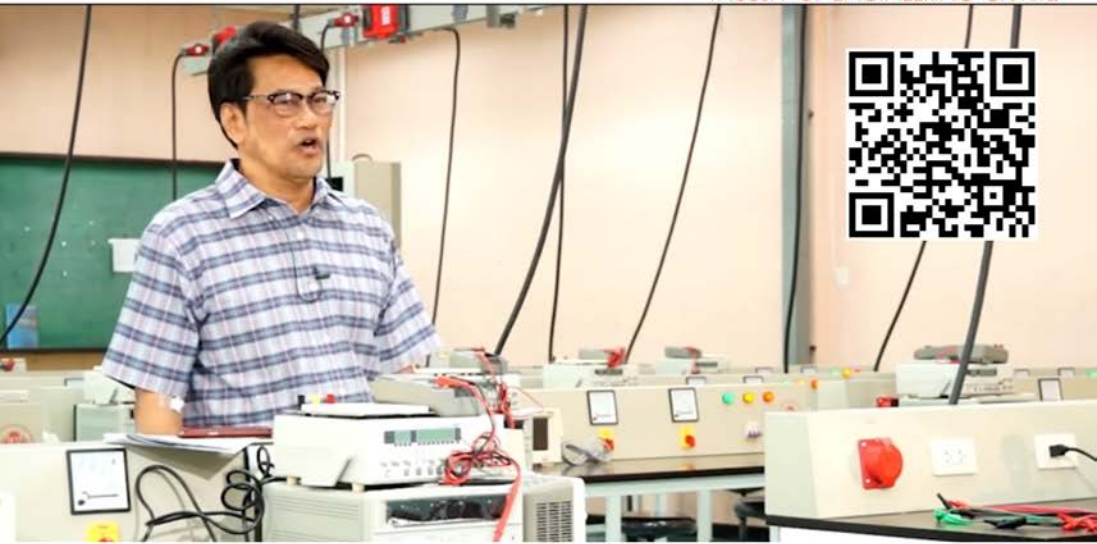
4. มิเตอร์วัดปริมาณไฟฟ้า



รูปที่ 4 การต่อชุดจำลองตู้ควบคุมไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า



รูปที่ 5 โดอะแกรมทางไฟฟ้าของชุดทดลองในรูปที่ 4



ขั้นตอนการทดลอง/ปฏิบัติการ แนะนำระบบไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว



แนะนำอุปกรณ์การต่อวงจร ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว



การต่อวงจรไฟฟ้า กระแสสลับ เฟสเดียว สรุปการนำไปใช้ประโยชน์

