

หน่วยที่

11

หม้อแปลงไฟฟ้า

ประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า



หัวข้อเรื่อง

11.1 หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า



11.3 การต่อวัตต์มิเตอร์ร่วมกับหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า



11.2 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า



11.4 การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า



11.1

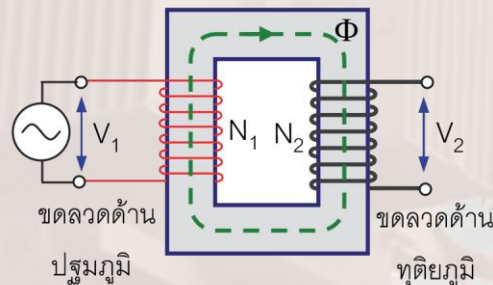
หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า

หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นหม้อแปลงที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้มีค่าต่ำลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับย่านวัดแรงดันของโวลต์มิเตอร์ วัตต์มิเตอร์และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

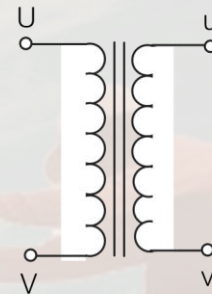
11.1.1 โครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า จากรูปที่ 11.1 (ก) แสดงรูปจริงของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้า (Potential transformer) หรือเรียกว่า P.T. ประกอบด้วยแกนเหล็กที่ทำจากเหล็กแผ่นบางเคลือบฉนวนแล้วนำมาอัดซ้อนกัน และขดลวดทองแดงคือขดปฐมภูมิและทุติยภูมิพันอยู่ที่แกนเหล็ก



(ก) รูปจริงของ P.T.



(ข) วงจรการทำงาน

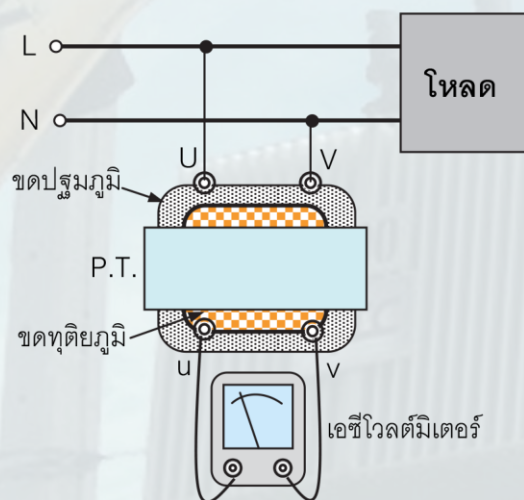


(ค) สัญลักษณ์

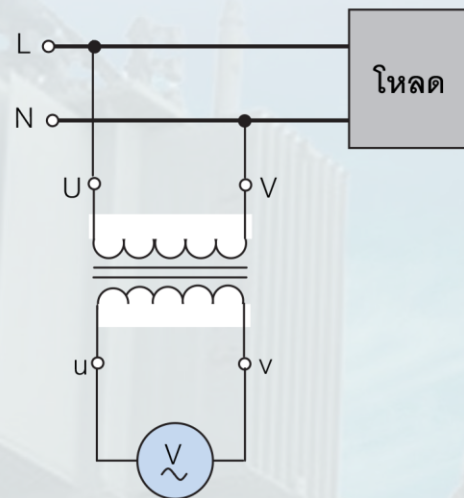
รูปที่ 11.1 โครงสร้าง วงจรการทำงาน และสัญลักษณ์ของ P.T.

11.1.2 การต่อวงจรและการอ่านค่า หม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ร่วมกับเครื่องวัดไฟฟ้าจะมีขนาด 100-500 VA จากรูปที่ 11.2 (ก) โดยขดลวดปฐมภูมิจะมีขนาดแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ต่อให้กับโหมด ส่วนขดลวดทุติยภูมิจะมีโวลต์มิเตอร์ต่ออยู่โดยปกติจะมีขนาดแรงดันไฟฟ้า 110-120 V

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหมด = ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ $\times a_v$



(ก) โดอะแกรมการต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับ P.T.



(ข) วงจรการต่อในรูปของสัญลักษณ์

รูปที่ 11.2 การต่อโวลต์มิเตอร์เข้ากับ P.T.

ในการอ่านค่าจากรูปที่ 11.2 (ก) ถ้ากำหนดให้อัตราส่วนของหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 12 ($a_v = 12$) และเอซีโวลต์มิเตอร์อ่านค่าได้ 100 โวลต์ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหมดหาได้จากแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์คูณกับ a_v ซึ่งมีค่าเท่ากับ $100 \times 2 = 1200 \text{ V}$

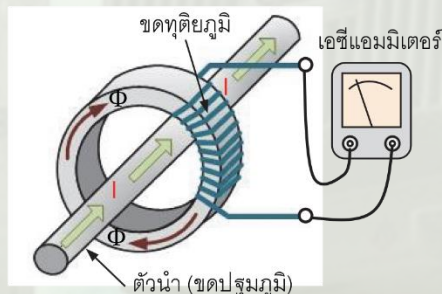
11.2 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าเป็นหม้อแปลงที่ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่ขดลวดปฐมภูมิที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าที่มีค่าสูงให้มีค่าต่ำลง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับย่านวัดกระแสไฟฟ้าของแอมมิเตอร์ วัตต์มิเตอร์และเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

11.2.1 โครงสร้างและการทำงานของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า จากรูปที่ 11.3 (ก) แสดงรูปจริงของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า (Current transformer) หรือเรียกว่า C.T.



(ก) รูปจริงของ C.T.



(ข) วงจรการทำงาน



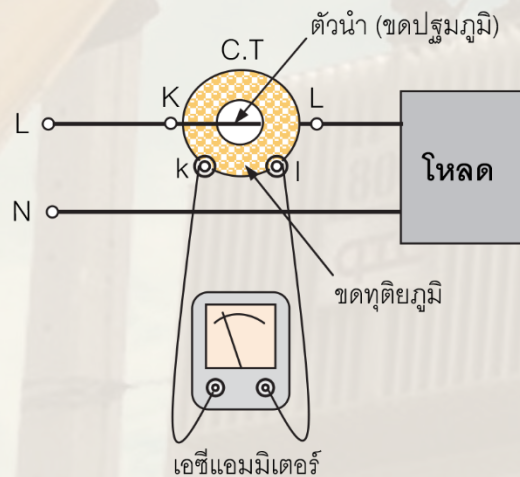
(ค) สัญลักษณ์

รูปที่ 11.3 โครงสร้าง วงจรการทำงาน และสัญลักษณ์ของ C.T.

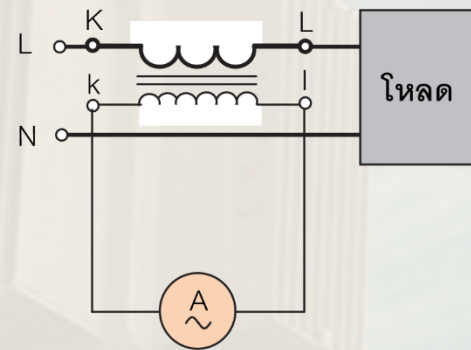
จากรูปที่ 11.3 (ข) ขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจะต่ออนุกรมกับโหลดจะมีจำนวนรอบของขดลวดน้อยมากต่ำสุดคือ 1 รอบเมื่อมีกระแสไหลผ่านขดปฐมภูมิและสร้างเส้นแรงแม่เหล็กโดยเปลี่ยนแปลงไปตามกับกระแสที่ไหลผ่าน

11.2.2 การต่อวงจรและการอ่านค่า หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ร่วมกับเครื่องวัดไฟฟ้าจากรูปที่ 11.4 (ก) ขดลวดปฐมภูมิซึ่งส่วนมากเป็นสายตัวนำไฟฟ้าจะลอดเข้าไปในตัว C.T. ไปยังโหลด ส่วนขดลวดทุติยภูมิโดยปกติมีขนาดกระแสไฟฟ้ามาตรฐานที่ 5 A โดยแอมมิเตอร์จะต่ออนุกรมกับขดลวดทุติยภูมิ

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ $\times a_i$



(ก) ไดอะแกรมการต่อแอมมิเตอร์เข้ากับ C.T.



(ข) วงจรการต่อในรูปของสัญลักษณ์

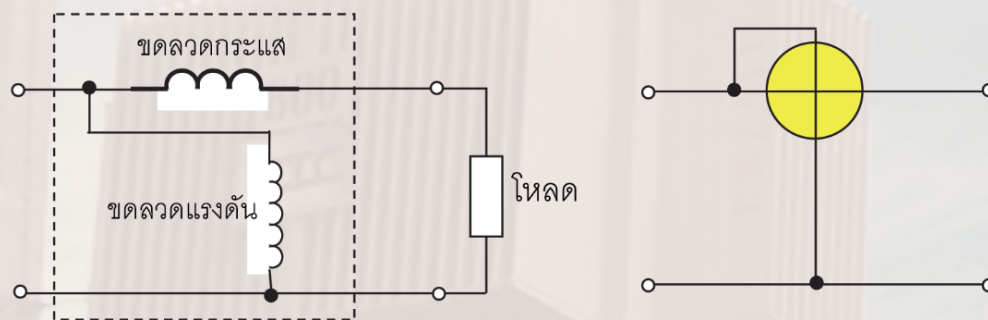
รูปที่ 11.4 การต่อแอมมิเตอร์เข้ากับ C.T.

ในการอ่านค่าจากรูปที่ 11.4 (ก) ถ้ากำหนดให้อัตราส่วนของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 40 ($a_i \times 40$) และเอซีแอมมิเตอร์อ่านค่าได้ 4 A

11.3

การต่อวัตต์มิเตอร์ร่วมกับหม้อแปลง แรงดันไฟฟ้าและหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า

วัตต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดกำลังไฟฟ้าโดยวัตต์มิเตอร์ 1 เฟส ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดกระแสไฟฟ้า (Current coil) และขดลวดแรงดันไฟฟ้า (Potential coil) แสดง

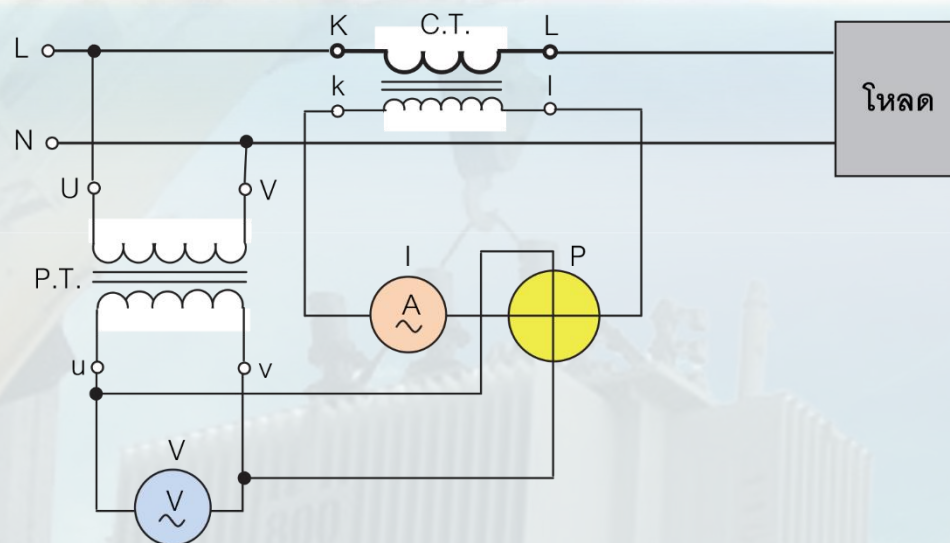


(ก) วิธีการต่อ

(ข) สัญลักษณ์

รูปที่ 11.5 วิธีการต่อและสัญลักษณ์ของวัตต์มิเตอร์

การต่อวัตต์มิเตอร์ขดลวดกระแสไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์จะต่อเข้ากับ C.T. และขดลวดแรงดันไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์จะต่อเข้ากับ P.T. ในการอ่านค่าของกำลังไฟฟ้า



รูปที่ 11.6 การต่อโวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และวัตต์มิเตอร์เข้ากับ C.T. และ P.T.

จากรูปที่ 11.6 ที่ C.T. จากขั้ว k นำมาต่อเข้ากับแอมมิเตอร์และต่ออนุกรมกับขดลวดกระแสไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์ ออกจากขดลวดกระแสไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์มาต่อเข้าที่ขั้ว l และที่ P.T. นำโวลต์มิเตอร์และขดลวดแรงดันไฟฟ้าของวัตต์มิเตอร์มาต่อเข้าที่ขั้ว u และขั้ว v

11.4

การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ของหม้อแปลง ไฟฟ้าประกอบเครื่องวัดไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 11.1 จากวงจรรูปที่ 11.6 ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดไฟฟ้ามีดังนี้

ค่าที่อ่านจากแอมมิเตอร์ (I) = 4 A ค่าอัตราส่วนของ C.T. = 20 : 1

ค่าที่อ่านจากโวลต์มิเตอร์ (V) = 110 V ค่าอัตราส่วนของ P.T. = 10 : 1

ค่าที่อ่านจากวัตต์มิเตอร์ (P) = 350 W

จงคำนวณหา

ก. ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ข. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด

ค. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด

ง. กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด

วิธีทำ โจทย์กำหนดค่าต่าง ๆ ดังนี้

$$A_i = 20 \text{ และ } A_v = 10$$

ก. ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า $pf. = \frac{P}{VI}$

$$= \frac{350}{110 \times 4}$$

$pf. = 0.7955$

ตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.7955 **ตอบ**

ข. กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด (I_L)

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = ค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้จากแอมมิเตอร์ $\times a_i$

$$= 4 \times 20$$
$$= 80$$

กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 80 A **ตอบ**

ค. แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด (V_L)

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด = ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากโวลต์มิเตอร์ $\times a_v$

$$= 110 \times 10$$
$$= 1100$$

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 1100 V

ตอบ

ง. กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด} &= \text{ค่ากำลังไฟฟ้าที่อ่านได้จากวัตต์มิเตอร์} \times a_i \times a_v \\ &= 350 \times 20 \times 10 \\ &= 70000 \\ &= 70 \times 10^3\end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 70 kW
หรือกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดหาค่าได้อีกวิธีหนึ่ง ดังนี้

ตอบ

$$\begin{aligned}\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด} &= V_L I_L \cos\theta \quad \text{แต่ } \cos\theta = \text{pf.} \\ \text{กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด} &= 1100 \times 80 \times 0.7955 \\ &= 70004 \\ &= 70 \times 10^3\end{aligned}$$

กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเท่ากับ 70 kW

ตอบ