เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter) เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดกำลังไฟฟ้า (Power) กำลังไฟฟ้าสามารถวัดได้ในรูปของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า นำค่าที่ได้ทั้งสองมาคำนวณหากำลัง ไฟฟ้า โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

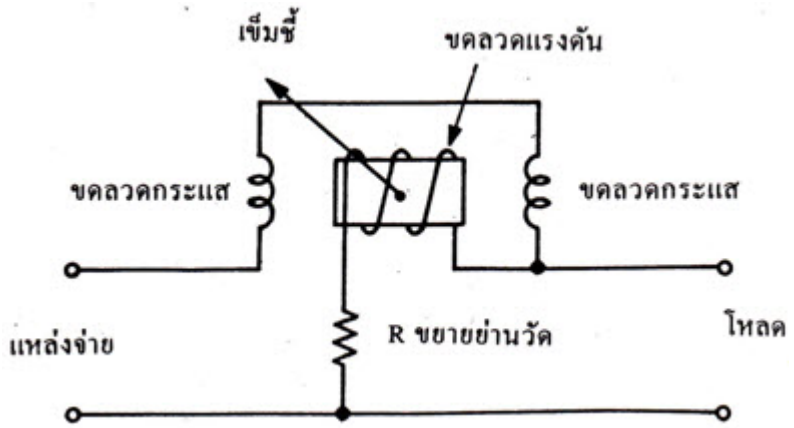
$$P = E I$$

โดยที่ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

ถึงแม้จะใช้วิธีการคำนวณจากแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในวิธีการ ดังกล่าวก็ตาม แต่จะไม่สะดวกและเกิดความยุ่งยากในการวัดค่า และการคำนวณหาค่า ดังนั้นวัตต์มิเตอร์จึงถูกสร้างขึ้นมาใช้งาน เพื่อใช้วัดกำลังไฟฟ้าได้โดยตรง โดยมีวงจรการใช้งาน ดังแสดงใน รูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรวัตต์มิเตอร์ในการต่อวัดกำลังไฟฟ้า

จากรูปที่ 1 เป็นโครงสร้างของวัตต์มิเตอร์ แบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์ส่วนประกอบจะประกอบด้วยขดลวด 3 ขวด ขดลวด 2 ขวดใหญ่ที่วางขนานกันจะเป็นขดลวดคงที่ (Fixed Coils) หรือขดลวดกระแส (Current Coils) ส่วนตอนกลางของขดลวดคงที่จะมีขดลวดเคลื่อนที่ได้ (Moving Coil) หรือขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) วางอยู่ภายในวงกลมของขดลวดคงที่ โดยที่ขดลวดเคลื่อนที่จะมีแกนยึดติดพร้อมเข็มชี้และสปริงก้นหอย

การนำอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์ไปทำเป็นวัตต์มิเตอร์จะต้องต่อวงจรทั้งขดลวดคงที่และ ขดลวดเคลื่อนที่เข้าด้วยกัน พร้อมต่อตัวต้านทาน (R) และโหลดเข้าวงจร จึงจะได้วงจรวัตต์มิเตอร์ขึ้นมา ดังรูปวงจรวัตต์มิเตอร์ ซึ่งจะมีขั้วต่อใช้งาน 4 ขั้ว เป็นขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟไปต่อแหล่งจ่าย ไฟฟ้า 2 ขั้ว และขั้วต่อโหลด 2 ขั้ว การต่อใช้งานจะต้องนำวัตต์มิเตอร์ด้านที่ต่อโหลดไปต่อเข้ากับโหลดที่ต้องการวัดกำลังไฟฟ้า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าวงจร ทำให้ขดลวดคงที่หรือขดลวดกระแสทั้ง 2 ขดเกิดสนามแม่เหล็กขึ้น และขดลวดเคลื่อนที่หรือขดลวดแรงดัน ก็เกิดสนามแม่เหล็กขึ้น เช่นกัน เกิดการผลักกันของสนามแม่เหล็กระหว่างขดลวดคงที่กับขดลวดเคลื่อนที่ ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่บ่ายเบนไป การที่ขดลวดเคลื่อนที่จะบ่ายเบนไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับโหลดที่นำมาต่อ และแรงดันที่ป้อนเข้ามา

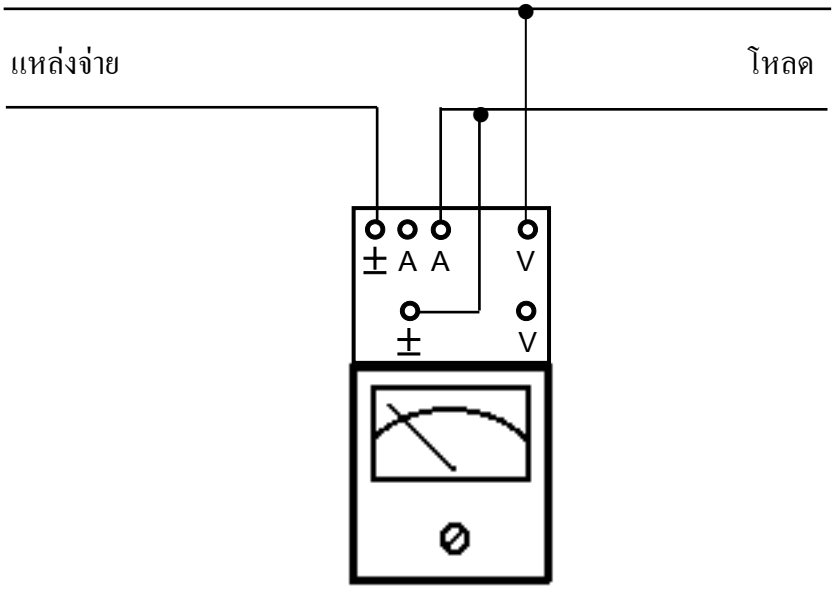
วัตต์มิเตอร์แบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์นี้สามารถนำไปวัดกำลังไฟฟ้าได้ทั้งกำลังไฟฟ้าของวงจรกระแสตรง และกำลังไฟฟ้าของวงจรกระแสสลับ เพราะขดลวดทั้งขดลวดแรงดันและ ขดลวดกระแสสามารถรับแรงดัน ได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ แต่ต้องระมัดระวังในการใช้ต้องไม่ให้กระแสที่ผ่านขดลวดกระแสเกินกว่าพิกัดของมิเตอร์ที่บอกไว้ และต้องไม่ให้แรงดันที่ป้อนเข้าขดลวดแรงดันเกินกว่าพิกัดของมิเตอร์ที่บอกไว้ ดังนั้นในการใช้วัตต์มิเตอร์วัดกำลังไฟฟ้า จึงควรต่อแอมมิเตอร์และโวลต์มิเตอร์ร่วมในวงจรด้วย เพื่อเป็นตัวแสดงค่าของกระแสและแรงดันทั้งหมดที่จะผ่านวัตต์มิเตอร์

วัตต์มิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองใบงานนี้ เป็นวัตต์มิเตอร์ชนิดเฟสเดียว (Singlephase Wattmeter) ถูกสร้างขึ้นมาให้สามารถวัดแรงดันและวัดกระแสได้ 2 ย่านคือ วัดกระแสได้ 0.2 A และ 1 A วัดแรงดันได้ 120 V. และ 240 V. แบบหนึ่ง อีกแบบหนึ่งวัดกระแสได้ 1 A และ 5 A วัดแรงดันได้ 120 V. และ 240 V. การอ่านค่ากำลังไฟฟ้าจากวัตต์มิเตอร์ที่ถูกต้องจะต้องอ่านค่าจากหน้าปัดสเกลในตำแหน่งที่เข็มมิเตอร์ชี้ค่า นำมาคูณร่วมกับค่าตัวคูณในตารางที่แนบติดมากับตัววัตต์มิเตอร์ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับค่าแรงดันและค่ากระแสที่ต่อวัดจากขั้วต่อของวัตต์มิเตอร์ ตารางแสดงค่าที่ตั้งวัดและค่าตัวคูณของวัตต์มิเตอร์ แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าตัวคูณคงที่

ย่านการวัดแรงดัน / ย่านการวัดกระแส	ตัวคูณคงที่	
	120 V	240 V
0.2 A	0.2	0.4
1 A	1	2
5 A	5	10

การต่อวัตต์มิเตอร์ เพื่อวัดกำลังไฟฟ้าจะต่อได้ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การต่อใช้งานของวัตต์มิเตอร์

ตัวอย่างที่ 1 ต่อวัตต์มิเตอร์ใช้งานที่ขั้วแรงดัน 120 V. ที่ขั้วกระแส 0.2 A เมื่อวัดค่าเข็มชี้บ่ายเบนไปบนสเกลชี้ค่าที่เลข 25 จะอ่านค่ากำลังไฟฟ้าได้เท่าไร

วิธีทำ ค่าตัวคูณของแรงดัน 120 V., กระแส 0.2 A คือ ค่า 0.2 (ดูตารางที่ 1 ประกอบ)

ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ = ตัวเลขที่อ่านได้ × ค่าตัวคูณ

= 25 × 0.2

∴ P = 5 W ตอบ

ตัวอย่างที่ 2 ต่อวัตต์มิเตอร์ใช้งานที่ขั้วแรงดัน 240 V ที่ขั้วกระแส 5 A เมื่อวัดค่าเข็มชี้บ่ายเบนไปบนสเกลชี้ค่าที่เลข 40 จะอ่านค่ากำลังไฟฟ้าได้เท่าไร

วิธีทำ ค่าตัวคูณของแรงดัน 240 V , กระแส 5 A คือ ค่า 10 (ดูตารางที่ 1 ประกอบ)

ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ = ตัวเลขที่อ่านได้ × ค่าตัวคูณ

= 40 × 10

∴ P = 400 W ตอบ

ค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ จะต้องเป็นค่ากำลังไฟฟ้าจริง (True Power) หรือ P_T สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$P_T = E\ I\ \text{Cos}\ \varnothing$$

โดยที่ P คือ กำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

E คือ แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็นโวลต์ (V)

I คือ กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

Cos ∅ คือ ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของวงจร ในวงจรที่มีโหลดเป็นความต้านทานบริสุทธิ์ (Pure Resistance) ค่า Cos ∅ = 1