หน่วยที่ 11

การติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

หัวข้อเรื่อง (Topics)

1. การติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 1 เฟส
2. การติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส

แนวคิดสำคัญ (Main Idea)

พลังงานไฟฟ้า เป็นสิ่งจำเป็นต่อการดำรงชีวิต ซึ่งประชาชนทั่วไปจัดเป็นผู้ซื้อพลังงานไฟฟ้าจากผู้ขายคือการไฟฟ้า ในการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ซื้อนั้น ต้องมีการติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า จุดประสงค์ คือ ให้ทราบว่าจำนวนพลังงานที่ใช้ไปมากน้อยเพียงใด ซึ่งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าดังที่กล่าวมา เราเรียกว่า กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ (Kilowatt hour meter : kWh) ซึ่งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์นั้นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1. กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 1 เฟส 220 โวลต์
2. กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส แบ่งออกเป็น
   2.1 กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 380 โวลต์
   2.2 กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แรงสูง 11 kV – 33 kV

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

1. บอกวิธีการติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 1 เฟสได้
2. บอกวิธีการติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟสได้
3. สามารถติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 1 เฟสได้
4. สามารถติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟสได้

สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า
2. ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

การติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 1 เฟส

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า หรือเรียกว่า กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ (Kilowatt hour meter: kWh) เป็นส่วนสำคัญในการซื้อขายพลังงานไฟฟ้าระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายคือการไฟฟ้าฯ ผู้ซื้อขายนั่นหมายถึงประชาชนหรือผู้บริโภคทั่วไป ซึ่งจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้การในวัดจำนวนพลังงานที่ใช้ไป โดยหลัก ๆ กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 1 เฟส และกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส

1. โครงสร้างและส่วนประกอบ ดังรูปที่ 11.1 ใช้ในระบบแรงต่ำขนาด 220 โวลต์ มีส่วนประกอบสำคัญ ดังนี้

รูปที่ 11.1 โครงสร้างกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ของ1 เฟส 220 โวลต์

- ขดลวดกระแสหรือเคอร์เรนคอยล์ (Current Coil) จะพันด้วยลวดทองแดงเส้นโตรอบในการพันน้อย โดยจะต่ออนุกรมกับโหลด หากมีกระแสไหลผ่านขดลวดชุดนี้จานอะลูมิเนียมจะเริ่มหมุน

- ขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) จะพันด้วยขดลวดทองแดงเส้นเล็ก รอบในการพันมาก โดยจะต่อขนานกับโหลด

- แม่เหล็กหน่วง (Damping magnet) เป็นส่วนที่วางค่อมไว้กับจานหมุน ใช้หน่วงเวลาการหมุนของจาน เพื่อให้เป็นสัดส่วนต่อพลังงานไฟฟ้าของโหลด

- ตัวเลขบอกหน่วย (Register) มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ – ชั่วโมง หรือเรียกว่า ยูนิต (unit) ใช้บันทึกค่าพลังงานตั้งแต่เริ่มต้นที่โหลดหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าใด ๆ ถูกใช้งาน

- แบริ่ง (Bearing) มี 2 ตัว แบริ่งตัวบนทำหน้าที่เป็นตัวบังคับแกนหมุนให้ตรงแนวดิ่ง ส่วนแบริ่งตัวล่างมีหน้าที่รับน้ำหนักของจานอะลูมิเนียม

- จานหมุน (Disc) ทำมาจากโลหะผสมอะลูมิเนียม น้ำหนักเบา ทำให้การสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมีค่าต่ำ

2. เนมเพลทกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ (name plate)

คือ แผ่นป้ายที่บอกคุณลักษณะของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์บนหน้าปัทม์ ซึ่งเนมเพลทกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แต่ละรุ่นหรือแต่ละผู้ผลิต ข้อมูลพื้นฐานจะแตกต่างกันตามที่ผู้ผลิตกำหนด แต่หลัก ๆ จะบอกคุณลักษณะดังนี้

รูปที่ 11.2 เนมเพลทกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

1. Manufacture หมายถึง โรงงาน, ผู้ผลิต
2. Type หมายถึง ชนิด, แบบ
3. Serial number หมายถึง หมายเลขเครื่อง
4. PEA.number หมายถึง หมายเลขทางการไฟฟ้าฯ
5. Phase หมายถึง จำนวนเฟส
6. Wire หมายถึง จำนวนสาย
7. Frequency หมายถึง ความถี่
8. Rate voltage หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด
9. Rate current and max.current หมายถึง กระแสไฟฟ้าที่กำหนดและกระแสไฟฟ้าสูงสุด
10. Revolution/kWh หมายถึง จำนวนรอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

3. ขนาดมิเตอร์และอุปกรณ์ป้องกัน

ข้อกำหนดตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 11.1 ในเรื่องของขนาดสายเมนและอุปกรณ์ป้องกันตามมาตรฐาน ส่วนตารางที่ 11.2 แสดงพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดมิเตอร์ ตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง และตารางที่ 11.3 แสดงขนาดสายเข้ามิเตอร์

ขนาดมิเตอร์ (แอมป์)	ขนาดของสายเมนเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม)	สวิตช์ตัดตอนพร้อมฟิวส์				สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ
		เซฟตี้สวิตช์หรือโหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาท์ที่ใช้ร่วมกับคาร์ทริดจ์ฟิวส์		
	สายทองแดง	ขนาดสวิตช์ต่ำสุด (แอมป์)	ขนาดของฟิวส์สูงสุด (แอมป์)	ขนาดคัตเอาท์ต่ำสุด (แอมป์)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (แอมป์)	ขนาดสูงสุด (แอมป์)
3(9)	4	30	10	20	10	10
5(15)	6	30	15	20	16	15-16
10(30)	10	60	30	30	25	30
15(45)	10	60	40	60	35	40
20(40)	10	60	40	60	35	40
30(60))	35	100	60	-	-	60
30(100)	35	100	100	-	-	100
50(500)	35	100	100	-	-	100

ตารางที่ 11.1 แสดงขนาดของสายเมนและอุปกรณ์ป้องกันตามมาตรฐาน (กฟภ.)

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน(แอมป์)	โหลดสูงสุด (แอมป์)
3(9)	16	10
5(15)	16	30
10(30),15(45)	16	75
15(45),20(40)	25	100
30(60),30(100)	35	200
30(100),50(100)	50	400

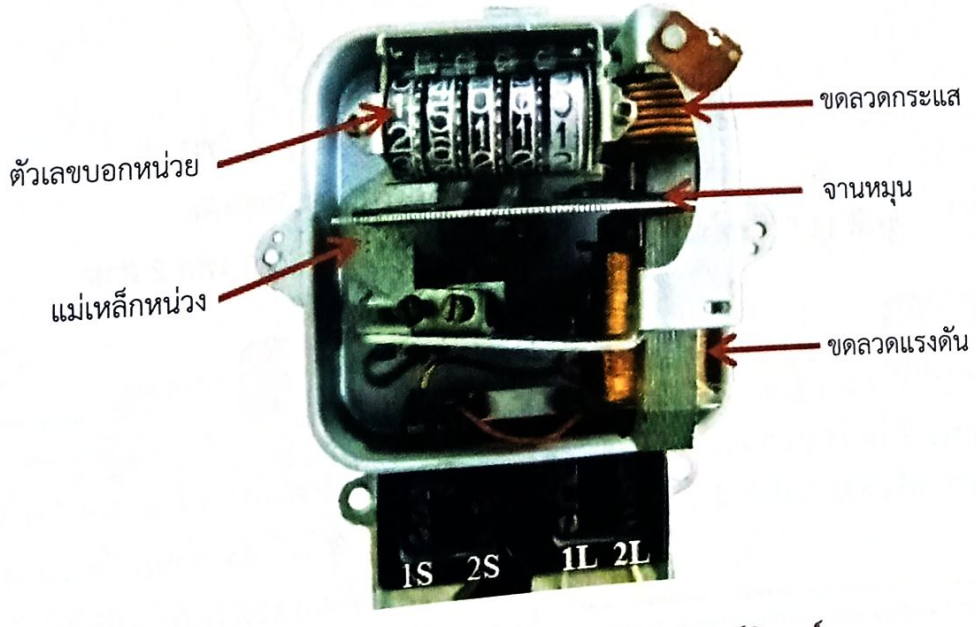
ตารางที่ 11.2 แสดงพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสไหลเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดมิเตอร์ (การไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	ขนาดสายที่ใช้ต่อเข้ามิเตอร์ (มม.)^2		ขนาดสายที่ใช้ต่อออกมิเตอร์ (มม.)^2	
	อะลูมิเนียม	ทองแดง	อะลูมิเนียม	ทองแดง
3(9)	16	10	10	2.5
5(15)	16	10	30	4
10(30),15(45)	16	10	75	10
15(45),20(40)	25	16	100	
30(60),30(100)	35	25	200	25
30(100),50(100)	50	35	400	35

ตารางที่ 11.3 แสดงขนาดสายเข้าและออกจากมิเตอร์ 1 เฟส 220 โวลต์

4. หลักการทำงาน

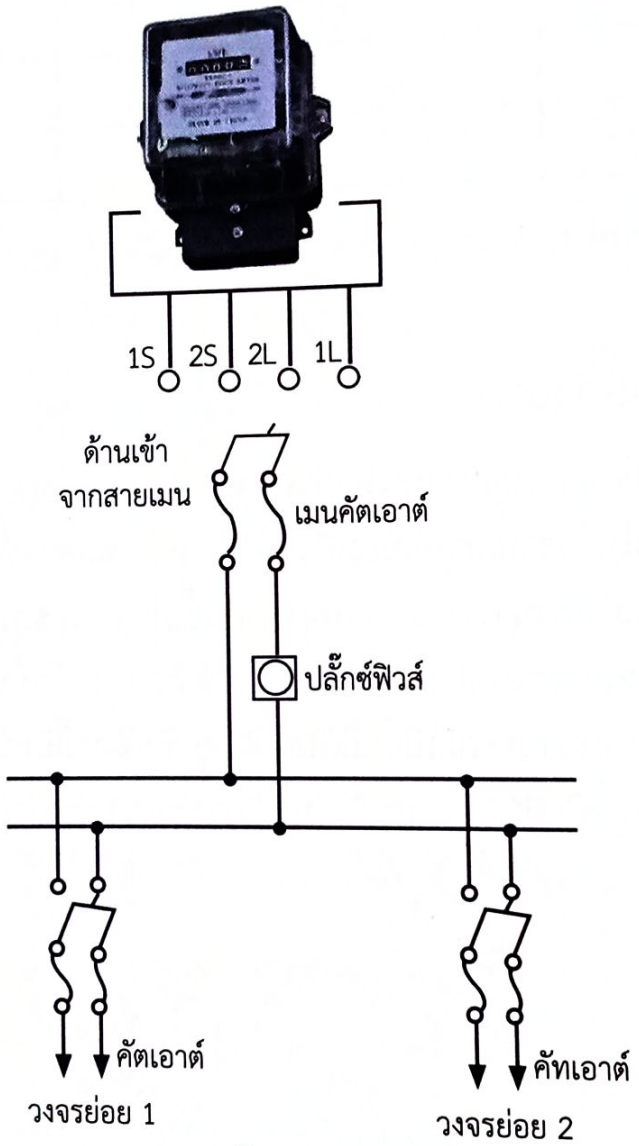
หลักการก็คือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดกระแสและขดลวดแรงดัน จะทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กส่งผ่านไปยังจานอะลูมิเนียมที่วางอยู่ระหว่างขดลวดทั้งสอง จึงทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำและมีกระแสไหลวน (Eddy Current) เกิดขึ้นในจานอะลูมิเนียม แรงต้านระหว่างกระแสไหลวนและสนามแม่เหล็กของขดลวดแรงดันจะทำให้เกิดแรงผลักขึ้น จึงทำให้จานอะลูมิเนียมหมุน ในขณะเดียวกันที่แกนของจานอะลูมิเนียมมีเฟืองติดอยู่ ซึ่งเฟืองนี้มีหน้าที่ไปขับชุดตัวเลข ชุดตัวเลขนี้ก็จะแสดงปริมาณทางไฟฟ้าที่วัดออกมาเป็นกิโลวัตต์/ชั่วโมง ที่หน้าปัทม์เครื่องวัดนั่นเอง



รูปที่ 11.3 หลักการทำงานของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์

5. การต่อกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ไปใช้งาน

ในการต่อกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ใช้วัดปริมาณพลังงานไฟฟ้า ด้านที่ต่อกับแหล่งจ่ายจะมีตัวเลขกำกับไว้ คือ 1S และ 2S ส่วนด้านที่ต่อไปยังโหลดจะมีตัวเลขกำกับไว้ คือ 1L และ 2L ซึ่งตัวอักษร S นั้น ย่อมาจาก **"Supply"** หมายถึง ด้านที่จ่ายไฟฟ้าเข้า ส่วนอักษร L ย่อมาจากคำว่า **"Load"** หมายถึง ด้านที่ต่อกับโหลด ส่วนหมายเลข 1 หมายถึง ต่อกับสายไฟ (Line) และหมายเลข 2 หมายถึง สายนิวทรอล (Neutral)



รูปที่ 11.5 แสดงแผนผังการติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 1 เฟส 2 สาย

คำถาม

ต้องการติดตั้ง กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 1 เฟส จำนวน 7 เครื่อง บนเสา 1 ต้นจะต้องทำอย่างไร

คำตอบ

ติดตั้งแป้นไม้เพิ่มอีก 1 อัน โดยประกอบมิเตอร์กับแป้นไม้ 3 เครื่อง วางเครื่องห่างกัน 6 ซม. ทำการติดตั้งคนละด้านกับแป้นไม้เดิม ซึ่งติดตั้งมิเตอร์อยู่ 4 เครื่อง

การติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส

1. โครงสร้างกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส

มีลักษณะคล้ายกับชนิด 1 เฟส แต่จะมีขนาดใหญ่กว่าชนิด 1 เฟส หลักการทำงานก็คล้ายกับชนิด 1 เฟส เช่นเดียวกัน กิโลวัตต์อาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ได้แก่ กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แรงสูงและกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แรงต่ำ ลักษณะดังรูปที่ 11.6

รูปที่ 11.6 โครงสร้างภายนอกของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส แรงต่ำ

2. ขนาดกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส

ขนาดของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ ชนิด 3 เฟส ตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคที่ใช้งานทั่วไป ได้แก่ 10(30), 20(40), 30(60), 50(100) แอมป์ สำหรับมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง ประกอบด้วยมิเตอร์ขนาดต่าง ๆ ดังนี้ 15(45), 30(100),50(150), 200,400, 600 และ 800 แอมป์ ส่วนสายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายเดี่ยวหุ้มฉนวนพีวีซี Nayy ทำมาจากทองแดงหรืออะลูมิเนียม โดยขนาดของสายที่ใช้กับกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส 4 สาย แสดงดังตารางที่ 11.4

ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	ขนาดมิเตอร์ (แอมแปร์)	ขนาดสายที่ใช้ต่อเข้ามิเตอร์ (มม.)^2	
		อะลูมิเนียม	ทองแดง
10(30)	16	16	10
20(40)	25	25	16
30(60)	35	35	25
50(100)	50	50	35

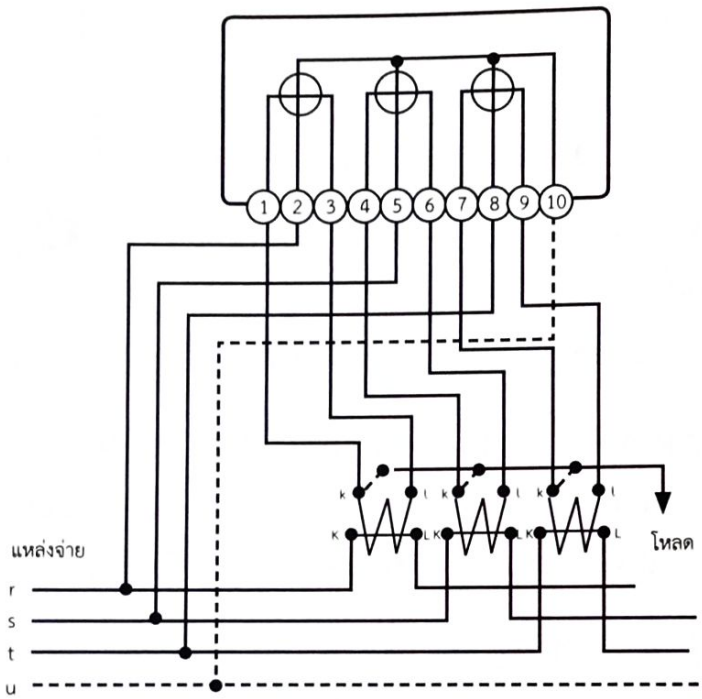
ตารางที่ 11.4 ขนาดสายเข้าและออกจากมิเตอร์ 3 เฟส

เด็กควรรู้

สำหรับเสาไฟฟ้าแรงต่ำ 1 ต้น สามารถติดตั้งกิโลวัตต์ฮาวร์ - มิเตอร์ 1 เฟส ได้ไม่เกิน 8 เครื่อง ซึ่งเป็นข้อกำหนดของการไฟฟ้าฯ

3. การต่อกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส แรงต่ำและแรงสูง ไปใช้งาน

กิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส แรงต่ำใช้ต่อกับระบบจำหน่ายแรงต่ำที่แรงดันปกติ 380 V ซึ่งขดลวดแรงดันสามารถต่อใช้งานได้โดยตรง ส่วนขดลวดกระแสในทางปฏิบัติจะต้องนำ CT แรงต่ำมาต่อร่วมกับขดลวดกระแสของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ เนื่องจากขดลวดกระแสมีกระแสไหลผ่านจำนวนมาก จึงต้องใช้ CT ปรับลดกระแสลง ดังรูปที่ 11.7



รูปที่ 11.7 ไดอะแกรมของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส 4 สาย พร้อมกับ CT แรงต่ำ

ส่วนการต่อกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ 3 เฟส แรงสูง จะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบ 2 ชนิด ประกอบด้วย

1. หม้อแปลงกระแส (CT) หลักการทำงานเช่นเดียวกับ CT แรงต่ำ แต่พิกัดกระแสสูงกว่า
2. หม้อแปลงแรงดัน (PT) ใช้สำหรับปรับลดแรงดันให้ลดต่ำลงเพื่อต่อเข้ากับขดลวดแรงดันภายในมิเตอร์
3. หากเป็นแบบ Modular เป็นชนิดที่ทำสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต เมื่อต้องการใช้งานเลือกให้เหมาะสมกับระดับแรงดัน และขนาดของสายเคเบิล

เด็กควรรู้

หม้อแปลงกระแส (CT) ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดแรงสูง แทนด้วย ตัว K และ L ส่วนขดลาดแรงต่ำแทนด้วยอักษรตัวเล็ก คือ k และ l

สรุปเนื้อหาสำคัญ (แผนผังมโนทัศน์)