

การติดตั้งมิเตอร์ชนิดจานหมุนเพื่อความเหมาะสม

ปณณธร รอดกำเนิด^{1*} พรเทพ ศรีมี² วัชรระ พบพร³ คมสันต์ หงษ์สมบัติ⁴

กองบริการลูกค้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค^{1,3}

กองเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง²

ภาควิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์⁴

อีเมล : pannathon.r01@gmail.com^{1*}

วันที่รับบทความ 5 มิถุนายน 2563

วันแก้ไขบทความ 26 มิถุนายน 2563

วันที่ตอบรับบทความ 29 มิถุนายน 2563

บทคัดย่อ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ในอดีตใช้มิเตอร์ชนิดจานหมุนเป็นเครื่องวัดการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (ผชฟ.) ซึ่งปริมาณเครื่องวัดที่ถูกนำไปติดตั้ง เมื่อผ่านการใช้งานอาจมีโอกาสมิตรูปแบบจากการติดตั้งตามมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เครื่องวัดมีโอกาแสดงผลการใช้พลังงานผิดพลาด ไปจากความเป็นจริง บทความนี้ได้นำเสนอการปรับมุมมองในการติดตั้งมิเตอร์ชนิดจานหมุนให้เกิดความผิดพลาดในการแสดงผลน้อยที่สุด โดยจำลองมุมการเอียงในการ ติดตั้งมิเตอร์ และคิดค่าผิดพลาดในการแสดงผลในแต่ละรูปแบบการเอียง ผลของการทดสอบทำให้ทราบมุมเอียงที่ทำให้เครื่องวัดเกิดการแสดงผลที่ผิดพลาดเป็นแนวทางในการตรวจสอบเพื่อลดหน่วยสูญเสีย และ ปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการสับเปลี่ยนเครื่องมือวัดเป็นแบบดิจิทัล

คำสำคัญ : มิเตอร์ชนิดจานหมุน ความเหมาะสมในการติดตั้ง

Installation of a turntable type meter for proper use

Pannathon Rodkumneud^{1*}, Pornthep Srimee²

Watchara Puppor³, Komson Hongsombut⁴

Customer Service Division Provincial Electricity Authority^{1*,3}

Electricity Meters Metropolitan Electricity Authority²

Electrical Engineering Department Kasetsart University⁴

E – mail : pannathon.r01@gmail.com^{1*}

Received 5 June 2020

Revised 26 June 2020

Accepted 29 June 2020

Abstract

Provincial Electricity Authority (PEA), in the past, used a rotary-type meter as a meter to measure electricity usage of electricity users (EGAT) in which the amount of the meter that was installed When passing through the use, there may be a possibility that the form is incorrect due to the installation of PEA standards. Such problems cause the meter to have a chance to display incorrect energy usage. Away from reality This article presents an adjustment of the angle of installation of a rotating disk type meter so that there is minimal display error. By simulating the angle of inclination in Install meter And calculate the error value in each tilt display The result of the test shows the angle of inclination that causes the meter to display incorrectly, as a guideline for inspection in order to reduce wasted units and digitally switch the measurement strategy.

Keywords : Dial type meter, Suitability for installation

บทนำ

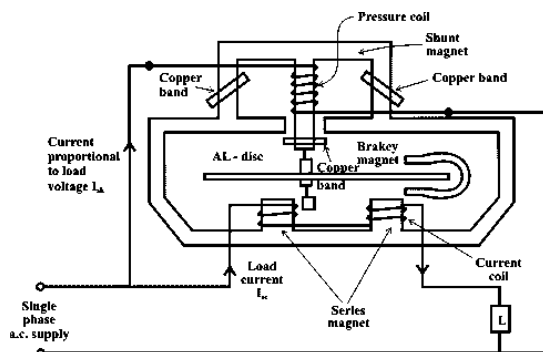
มิเตอร์ถือเป็นหัวใจสำคัญที่ใช้บันทึกอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (H. D. Stryczewska, R. Goleman, M. Pietras and T. Gizewski, 2017). ในแต่ละช่วงเวลา โดยแสดงผลการใช้งานออกมาเป็นหน่วย การใช้ไฟฟ้าต่อชั่วโมง (kilowatt -hour) และนำหน่วยการใช้ไฟฟ้ามาคิดเป็นอัตราค่าบริการการใช้ไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) ใช้มิเตอร์ชนิดจานหมุนเป็นอุปกรณ์ในการวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า โดยในแต่ละเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้า ไม่เท่ากัน ในบทความนี้ใช้ข้อมูลมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เขต 1 (ภาคกลาง) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (กฟภ.1) ในการทดสอบและ หาความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยได้รับการสนับสนุนข้อมูลของมิเตอร์ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จำนวน 625,283 เครื่อง ที่เป็นชนิดจานหมุน แยกเป็น มิเตอร์ขนาด 15(45) A จำนวน 587,544 เครื่อง และ มิเตอร์ขนาด 30(100) A จำนวน 37,739 เครื่อง ซึ่งการทดสอบใช้มิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A โดยป้อนค่ากระแสตามตารางที่ 1 เพื่อเป็นการจำลองการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า การทดสอบดังกล่าวสามารถนำไปสู่การพิจารณาหาแนวทางวางแผน เพื่อจัดหามิเตอร์ชนิดดิจิทัล สำหรับสับเปลี่ยนและปรับปรุงระบบไฟฟ้าต่อไป

ตารางที่ 1 กระแสโหลดในการทดสอบมิเตอร์

ขนาดมิเตอร์	กระแสโหลด (A)
15(45)	1.5
	7.5
	15
30(100)	3
	15
	30

มิเตอร์ เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (watt-hour meter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการทำงานด้วยการเหนี่ยวนำไฟฟ้า ซึ่งสามารถ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 1 เฟส มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ขดลวดกระแสไฟฟ้า (Current Coil) ต่ออนุกรมกับโหลด และ ขดลวด แรงดันไฟฟ้า (Potential Coil) ต่อขนานกับโหลด ซึ่งขดลวดทั้งสองทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลวนทำให้จานหมุนและไปขับเคลื่อน เฟืองของชุดตัวเลขเพื่อแสดงค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าออกมาเป็นหน่วยกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kilo watt-hour) โดยโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องวัดชนิด จานหมุน (Edison Electric Institute, 2002) แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้นจะทำให้เกิดค่าสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำมากส่งผลให้จานหมุนทำงานเร็วขึ้นและตัวเลขแสดงผลการใช้ ไฟฟ้าก็แปรผันตรงตามจำนวนรอบที่จานหมุน



รูปที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าชนิด 1 เฟส

2. เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ชนิด 3 เฟส มีส่วนประกอบที่สำคัญคล้ายคลึงกับเครื่องวัดชนิด 1 เฟส แต่เพิ่มขดลวดชุดกระแสไฟฟ้า และขดลวด แรงดันไฟฟ้า เป็น 3 ชุดโดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นระหว่างขดลวดกระแส และขดลวดแรงดันเหมือนกัน

วัตถุประสงค์

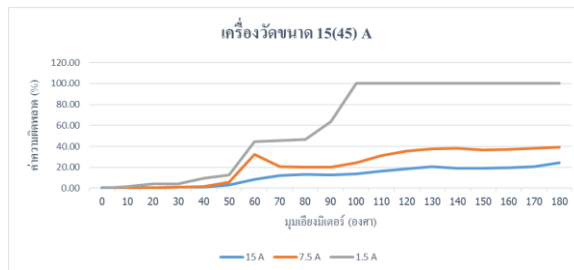
เพื่อจัดทำมิเตอร์ชนิดดิจิทัล สำหรับสับเปลี่ยนและปรับปรุงระบบไฟฟ้า

วิธีการวิจัย

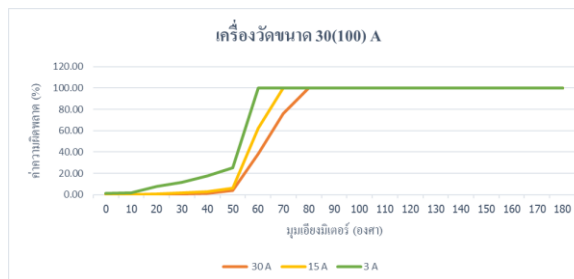
มิเตอร์วัดหน่วยการใช้ไฟฟ้าในสภาวะที่ติดตั้งถูกต้องตามมาตรฐานการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อใด ๆ แก่องค์กร หากแต่เมื่อใดก็ตามที่มีมิเตอร์วัดหน่วย การใช้ไฟฟ้ามีการผิดปกติไปจากมาตรฐาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ย่อมส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการวัดและการแสดงผล มิเตอร์ชนิดจานหมุนตามโครงสร้างจุดที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการแสดงผลพลันั้นเกิดได้หลายสาเหตุ (M. M. Saied,¹⁹⁹⁵ E. E. Lynch and M.A. Princi,¹⁹⁴² B. Cai, M. Gao, W. Zhou and Z. He,²⁰¹³ D. Gallo, C. Landi, M. Luiso, G. Bucci and E. Fiorucci,²⁰¹³) โดยบทความนี้นำเสนอมุมเอียง ที่ส่งผลกระทบต่ออัตราความผิดพลาดในการแสดงผล ซึ่งสมการในการคิดค่าความผิดพลาดของเครื่องวัด แสดงในสมการที่ 1 เมื่อค่าของ E คือ ค่าที่ได้จากการวัดและ S คือ ค่าอ้างอิงมาตรฐาน

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = |E - S| \times 100\% \quad (1)$$

เมื่อทำการทดสอบปรับมุมเอียงเพื่อหาค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A พบว่า มิเตอร์ชนิดจานหมุน เมื่อมีสภาวะ รูปแบบการติดตั้งไม่เป็นไปตามมาตรฐาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จะมีความผิดพลาดในการแสดงผลของหน่วยการใช้ไฟฟ้า ซึ่งถ้ามีการใช้ไฟฟ้าน้อยและมุมเอียงมาก ส่งผลให้ ค่าของเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดสูงขึ้น รูปที่ 2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของมิเตอร์กับค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 15(45) A และรูป ที่ 3 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของมิเตอร์กับค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 30(100) A



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงและค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 15(45) A



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงและค่าความผิดพลาดของมิเตอร์ขนาด 30(100) A

สาเหตุที่ทำให้เกิดค่าความผิดพลาดมีผลมาจากแกนหมุนของจานหมุนเมื่อมีการเอียงจากจุดเดิมจะเกิดความผิดระหว่างก้านแกนของจานหมุนและ บุตรองก้านแกนหมุน ซึ่งค่ามุมการเอียงมากส่งผลโดยตรงต่อค่าความผิดพลาด ซึ่งมีผลกระทบต่อการแสดงผลการคิดหน่วยการใช้ไฟฟ้าที่ผิดพลาด และ เพื่อให้เกิดค่าความถูกต้องในการวัดหน่วยการใช้ไฟฟ้า มุมการติดตั้งต้องไม่ทำให้ก้านแกนหมุนเอียงมาเสียดสีกับบุตรองจานหมุน รูปที่ 4 แสดงลักษณะชุดก้านแกนหมุนและบุตรองก้านแกนหมุนขณะมิเตอร์เอียง และรูปที่ 5 แสดงบุตรองก้านแกนหมุนและบุตรองจานหมุน



รูปที่ 4 ลักษณะแกนหมุนของจานมิเตอร์ขณะเอียง



รูปที่ 5 ชุดบุทก้านแกนหมุนของจานมิเตอร์

ผลการวิจัย

มิเตอร์ชนิดจานหมุนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงการใช้งานไม่ได้ แต่สามารถลดจำนวนการใช้งาน และสับเปลี่ยนเป็นมิเตอร์ชนิดดิจิทัล จากผลการทดสอบโดย การปรับมุมเอียงของมิเตอร์ที่มุมต่าง ๆ และจ่ายกระแสทั้งหมด 3 ช่วง ทำให้ทราบผลค่าความผิดพลาดที่มิเตอร์แสดงผล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปัจจุบันได้มีกระบวนการตรวจสอบมิเตอร์อยู่เป็นประจำ หากแต่อาจมีมิเตอร์บางจุดที่ไม่ได้ตรวจสอบส่งผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้ไฟฟ้า ผู้ใช้ไฟ เป็นผู้ใช้ไฟประเภทบ้านพักอาศัย มีอัตราการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน 190 หน่วย ติดตั้งมิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A ชนิดจานหมุน เกิดเหตุการณ์ทำให้มิเตอร์เอียงเป็นมุม 30 องศา มิเตอร์เครื่องดังกล่าวจะมีโอกาสแสดงผลผิดพลาด 0.86 – 4.48% และ 0.65-11.34% ตามปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วง และหากคิดเป็นหน่วยไฟฟ้าสูญเสียอยู่ในช่วง 1.63 – 8.51 หน่วย และ 1.23-21.60 หน่วย ตามลำดับ แสดงตัวอย่าง ในตารางที่ 2 แสดงปริมาณช่วงหน่วยไฟฟ้าสูญเสียที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้รับผลกระทบเนื่องจากการเอียงของมิเตอร์

ตารางที่ 2 ตัวอย่างผลผิดพลาดและค่าหน่วยสูญเสีย

ขนาด มิเตอร์	หน่วยใช้ ไฟฟ้าเฉลี่ย	มุม เอียง	แสดงผล ผิดพลาด	หน่วยสูญเสีย
15(45)	190	30	0.86-4.48	1.63-8.51
30(100)			0.65-11.34	1.23-21.60

อภิปรายผลและสรุปผล

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นหน่วยงานให้บริการด้านพลังงานไฟฟ้าภาคจำหน่าย โดยการคิดค่าบริการผ่านมิเตอร์ไฟฟ้า บ่อยครั้งที่การติดตั้งมิเตอร์มีความผิดรูปแบบไป จากมาตรฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคหากแต่ยังไม่ทราบว่ามิเตอร์ชนิดจานหมุน ที่มุมเอียงเท่าใดส่งผลกระทบต่อค่าการแสดงผลที่ผิดพลาด บทความนี้ได้ทำการทดสอบเปลี่ยนมุมในการติดตั้งมิเตอร์ที่มุม 0 – 180 องศา โดยใช้มิเตอร์ขนาด 15(45) A และ 30(100) A ในการทดสอบ ซึ่งมี การจำลองการใช้งานโหลดในค่าต่าง ๆ ทำให้ทราบว่ามิเตอร์ ขนาด 15(45) A เมื่อมุมเอียงเกิน 90 องศา ค่ากระแสการใช้นาฬิกาความผิดพลาดใน การแสดงผลหน่วยการใช้ไฟฟ้า 100% และมิเตอร์ขนาด 30(100) A เมื่อมุมเอียงตั้งแต่ 60 องศา ค่าของกระแสการใช้นาฬิกาตั้งแต่ 3 A ขึ้นไปการ แสดงผลหน่วยการใช้

ไฟฟ้าผิดพลาด 100% ในอนาคต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำลังเข้าสู่ยุคดิจิทัลและเพื่อเป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้ทันสมัยอาจมีการวางแผนเพื่อยกเลิกการใช้งานมิเตอร์ชนิดจานหมุนทำให้ลดความผิดพลาดในการวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า และสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้ใช้ไฟ ต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการปรับมุมเอียงของมิเตอร์ที่มุมต่าง ๆ และจ่ายกระแสในหลาย ๆ ช่วง เพื่อให้ทราบผลค่าความผิดพลาดที่มิเตอร์แสดงผล การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคปัจจุบันได้มีกระบวนการตรวจสอบมิเตอร์อยู่เป็นประจำ

เอกสารอ้างอิง

- B. Cai, M. Gao, W. Zhou and Z. He. (2013). "A Design of Error Computing System for Multifunctional Watt-Hour Meter." **2013 Third International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control**, Shenyang, pp. 715-718.
- D. Gallo, C. Landi, M. Luiso, G. Bucci and E. Fiorucci. (2013). "Low cost smart power metering." **2013 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)**.Minneapolis, MN, 2013, pp. 763-767.
- Edison Electric Institute (EEI).(2002)."**Handbook for Electricity Metering**," 10th Edition, 2002, Washington, pp. 151-162.
- E. E. Lynch and M. A. Princi. (1942). "Improvement in modern meter-testing technique," in **Electrical Engineering**, 61(4), pp. 218-223, April.
- H. D. Stryczewska, R. Goleman, M. Pietras and T. Giżewski.(2017). "Evaluation of the damages in three-phase watt-hour induction meters after external high magnetic field exposition," **2017 International Conference on Electromagnetic Devices and Processes in Environment Protection with Seminar Applications of Superconductors (ELMECO & AoS)**, Lublin, 2017, pp. 1-4.
- M. M. Saied.(1995). "On the accuracy of watt-hour meters in nonsinusoidal environment," **IAS '95. Conference Record of the 1995 IEEE Industry Applications Conference Thirtieth IAS Annual Meeting**, Orlando, FL, USA, pp. 2219-2225 vol.3.

คุณค่าทางวิชาการ

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคกำลังเข้าสู่ยุคดิจิทัลและเพื่อเป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้ทันสมัยอาจมีการวางแผนเพื่อยกเลิกการใช้งานมิเตอร์ชนิดจานหมุนทำให้ลดความผิดพลาดในการวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า และสร้างความน่าเชื่อถือให้แก่ผู้ใช้ไฟ